ખગોળશાસ્ત્રની વાર્તા



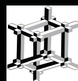
Story of Astronomy





લેખન અને ચિત્રાંકન

ઉદય પાટીલ



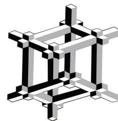
આર્ચ પ્રકાશન

ખગોળશાસ્ત્રની વાર્તા

Story of Astronomy

લેખન અને ચિત્રાંકન

ઉદય પાટીલ



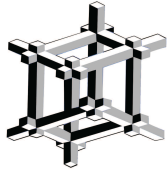
આર્ચ પ્રકાશન

Gujarati translation of the book "Story of Astronomy" written and illustrated by Uday Patil.

અનુવાદ: નીપા ભરૂચા
શુદ્ધિકરણ: રશ્મિ કાપડિયા

December 2022 / 1000 Copy
Printed on 90 gsm

ગુજરાતી પ્રકાશક: આર્ચ
મૂળ પ્રકાશક: એકલવ્ય



Published By
ARCH
Nagariya, Taluka-Dharampur
Dist-Valsad-396050 (Guj)
Email: arch.dharampur@gmail.com



Original Publisher
Eklavya
Jamnala Bajaj Parisar, Near Fortune
Kasturi, Jatkhedi
Bhopal, MP-462026
www.eklavya.in, books@eklavya.in

મુદ્રક: માર્ક ક્રિએશન

સહયોગ રાશિ: ???

મિહિર ને....

..... મારા આર્ટવર્કનો મોટો ચાહક.

પ્રસ્તાવના

ખગોળશાસ્ત્રનો અભ્યાસ શા માટે ?

વિશાળ બ્રહ્માંડમાં લાખો-અબજો આકાશગંગા (Galaxies) અને સૂર્યમંડળો આવેલા છે. આ બધામાં આપણાં પોતાના સૂર્યમંડળની દીવાદાંડી જેવો એક તારો એટલે કે આપણો સૂર્ય. બ્રહ્માંડીય વિશ્વના ધોરણો પ્રમાણે તો એ એક નજીવો - મામૂલી તારો કહેવાય. પૃથ્વી પરની અસાધારણ પરિસ્થિતિએ જીવનને અને ચેતનાને જન્મ આપ્યો. તર્ક કરવાની આપણી અદ્ભૂત ક્ષમતા; વધુ ને વધુ સંશોધન માટે, આપણા પોતાના મૂળ વિષે વધુ જાણવા માટે, બ્રહ્માંડની વિશાળતામાં આપણા સ્થાન વિષે જાણવા માટે, આપણને સક્ષમ બનાવે છે. આપણા પૂર્વજો કરતાં આપણે બ્રહ્માંડ વિષે ઘણું વધારે જાણતાં થયા છીએ. આમ છતાંય હજીય ઘણાં અનુત્તરિત પ્રશ્નો આપણી સમક્ષ ઊભા છે.

ખગોળશાસ્ત્રનો વિષય એ ખરેખર, ખગોળ જેટલો જ વિશાળ છે. આ વિષેનું આપણું જ્ઞાન રાતોરાત તો આવ્યું નથી. કેટલાંય હજારો વર્ષો દરમ્યાન એનો વિકાસ થયો છે. ખગોળશાસ્ત્રનો ઈતિહાસ એ મનુષ્યના પોતાના ઈતિહાસના સમયગાળા જેટલો જ ગણાય. એમાં કશું આશ્ચર્ય નથી કે, આ ઈતિહાસ એટલો જ રસપ્રદ અને જટિલ છે, જેટલું વિજ્ઞાન સ્વયં. પરંતુ આ સચિત્ર પુસ્તક ખગોળશાસ્ત્રના વિજ્ઞાન વિષે નથી. તે એના વિકાસને એક વાર્તાના સ્વરૂપે રજુ કરવાનો એક પ્રયત્ન છે.

ખરેખર તો આટલી જટિલ અને સમૃદ્ધ વાર્તાનો સાર એક નાની કોમિક બુકમાં આપવો અશક્ય કહેવાય. કેટલીક ઘટનાઓ પસંદ કરીને મેં અહીં મૂકી છે. ખૂબ બધાં સિધ્ધાંતો અને વિવાદો જેની ચર્ચા હજુ પણ ચાલી રહી છે તેને મેં અહીં અવગણી છે. મેં સહેલાઈથી ઉપલબ્ધ સામગ્રીનો અને વર્ણનકરવા યોગ્ય-સરળ વૃતાંતોનો સાર આપ્યો છે. એથી એવું જણાય કે કેટલીક જગ્યાઓએ મેં કોઈ એક પક્ષ લીધો હોય, પરંતુ મારો એવો કોઈ ચોક્કસ હેતુ નહોતો.

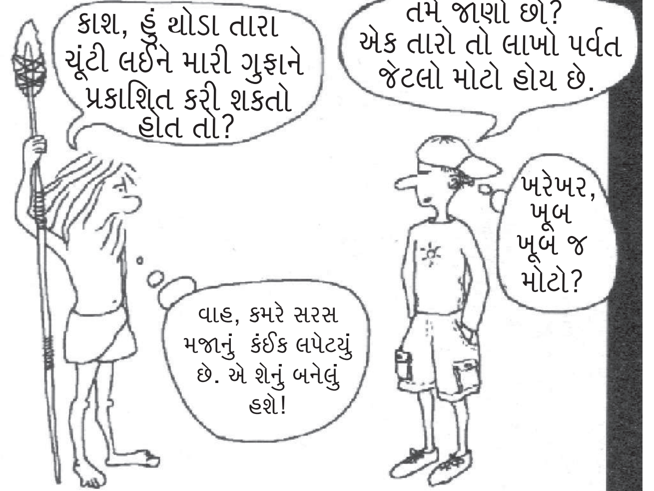
મને જે બધી મદદ મળી છે તેના સિવાય આ પુસ્તક લખવાનું શક્ય ન બન્યું હોત. આ પુસ્તકને નાણાંકીય મદદ માટે સર રતન ટાટા ટ્રસ્ટનો અને શ્રી અરવિંદ ગુપ્તાનો, જેમણે મને પુસ્તકની કલ્પનાની શરૂઆતથી માંડીને છેક પ્રિન્ટીંગ સુધી મદદ કરી છે એમનો આભાર માનવો જ રહ્યો. ખૂબ ઊંડાઈથી પુસ્તકની હસ્તપ્રત ચકાસવા અને જેનું મૂલ્ય પણ આંકવું ઓછું પડે તેવા પ્રતિભાવો આપવા શ્રી જયંત નારલીકરનો અને ડો.પ્રદીપ ગોથોસ્કરનો પણ આભાર માનું છું. આ પુસ્તકને તૈયાર કરવાની અને પાને પાને દરેક પળની ઉત્તેજનાઓમાં ભાગીદાર બનતી મારી પત્ની પલ્લવીનો પણ ઉલ્લેખ કરવો રહ્યો.

- ઉદય પાટિલ

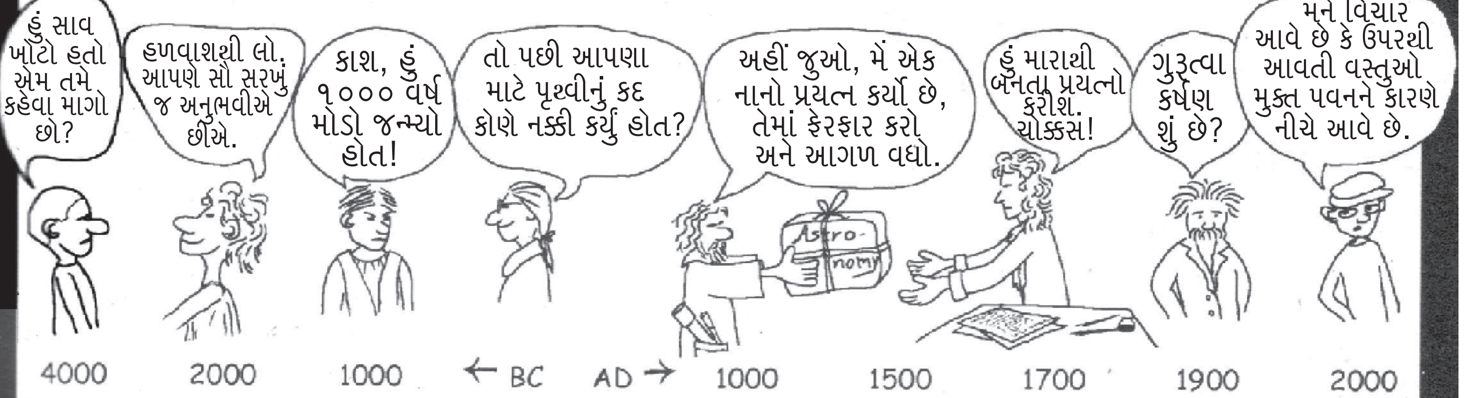


રાત્રિનું આકાશ હંમેશા ઊંડા આશ્ચર્યની લાગણી જન્માવે છે.
આપણા પૂર્વજો તારાઓના સૌંદર્યથી મોહિત થતાં. કોઈ તેમને સ્પર્શી
કે અનુભવી શકતું નહોતું. અને એટલે કદાચ તેમનું રહસ્ય વધતું.

એકવાત નિશ્ચિંતાથી - આકાશ આજે જેટલું સુંદર
સુશોભિત દેખાય છે તેવું જ ૧૦,૦૦૦ વર્ષો પૂર્વે પણ
દેખાતું અને છતાંય, આપણાં પૂર્વજો કરતાં આપણે
આકાશ વિશે ઘણું બધું વધારે અને જુદું જાણીએ છીએ.
જે હોય તે, ખગોળવિજ્ઞાનના આપણા જ્ઞાનથી આકાશ
વધુ વિસ્મયજનક ભાસે છે.



આટલું બધું પ્રવર્તમાન જ્ઞાન એકાએક, એક જ દિવસમાં નથી ઉદ્ભવ્યું. એ તો લાખો વર્ષોથી ચાલ્યું આવે છે.

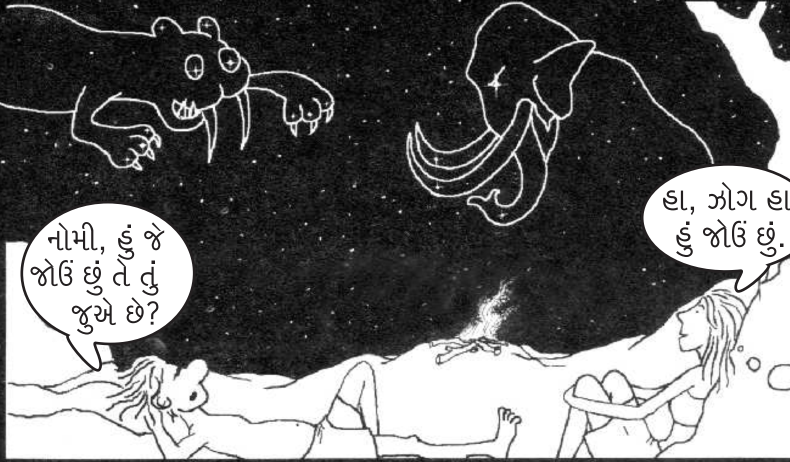


આ વાર્તા ખગોળશાસ્ત્રની ક્ષિતિજોના વિસ્તારની લાંબી અને જુસ્સાભરી ખોજની રૂપરેખા આપવાનો પ્રયત્ન કરે છે.

બ્રહ્માંડ વિશે જે જ્ઞાન અસ્તિત્વ ધરાવે છે તે બધું જાણવા આપણે સમર્થ છીએ ખરા? આપણે તો તેનાથી ક્યાંય દૂર છીએ. આપણે સતત નવી શોધ કરતા રહીને આપણા જ્ઞાનને ગહન બનાવીએ છીએ.



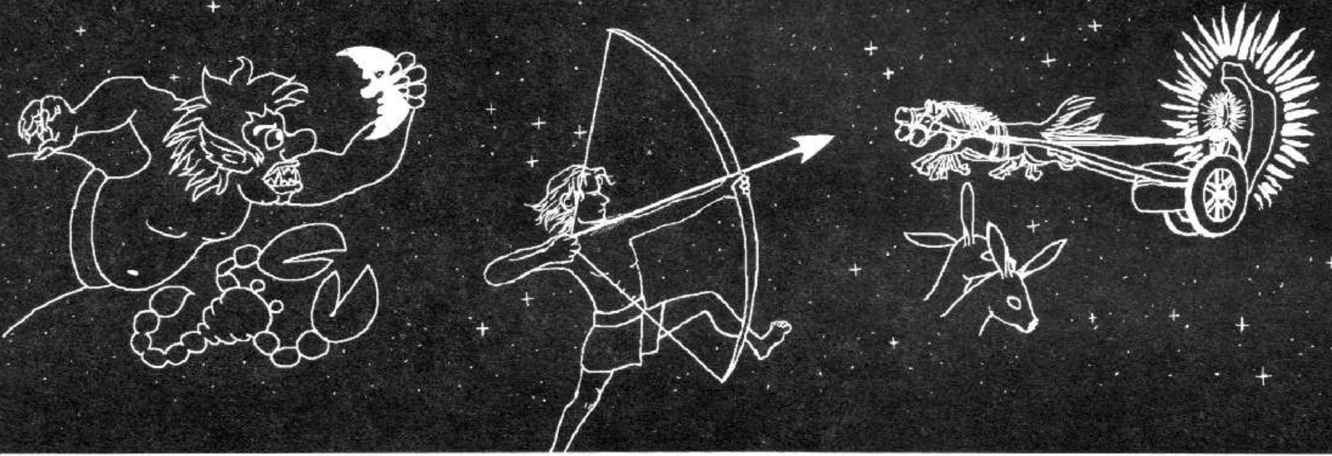
અને એ તો હંમેશાં સાચું જ છે ને કે આપણે જેટલું જાણીએ તેનાં કરતાં વધુ જાણવાનું બાકી રહે છે.



મોહિત થઈ જતાં અને તે આશ્ચર્ય, ભીતિ અને ડરની લાગણી જન્માવતું તેઓ તારાઓનો વિવિધ ભાતમાં વેરાયેલા જોતાં. લોકો તારાઓમાં માછલીઓ, પ્રાણીઓ અને સુંદર સ્ત્રીઓ જોતાં આ દૃશ્યોમાંથી તેમણે સુંદર વાર્તાઓની રચના કરી.

તમે હિમયુગમાંથી નિએન્ડરથલ માનવને લઈ શકો, પણ તમે નિએન્ડરથલમાંથી હિમયુગને ન લઈ શકો.

સૂર્ય, ચંદ્ર અને તારાઓએ દંતકથાઓમાં અને દરેક સંસ્કૃતિનાં લોકસાહિત્ય રચવામાં અગત્યનો ભાગ ભજવ્યો.



ભારતીયો માનતા કે આપણી પૃથ્વી એક મોટી સપાટી-હાથીઓની પીઠના ટેકા પર ઊભી છે અને હાથીઓ દરિયામાં તરતા વિચાળ કાચબાની પીઠ પર ઊભા છે. ક્યારેક આ કાચબો પૃથ્વીનો ભાર ઊંચકીને થાકી જાય એટલે તેનું શરીર હલવાથી ધરતીકંપ થાય છે.

ગ્રીક લોકોની પણ દંતકથાઓ હતી. ટાઈટન એ ગ્રીક દંતકથાઓમાં શક્તિશાળી ભગવાન મનાતાં એટલાસ - એક ટાઈટન યોદ્ધો આકાશને આધાર આપવામાં અને પૃથ્વી પર પડતું બચાવવા માટે જવાબદાર હતો, "પૃથ્વી ઊંચકેલો એટલાસ"નું પ્રખ્યાત ચિત્ર હમણાં હમણાંની ખોટી સંકલ્પના છે.

હેય..! આ શું ખેલ છે? પૃથ્વીને ઊંચકનાર તો હું છું.



ભાગ, એટલાસ

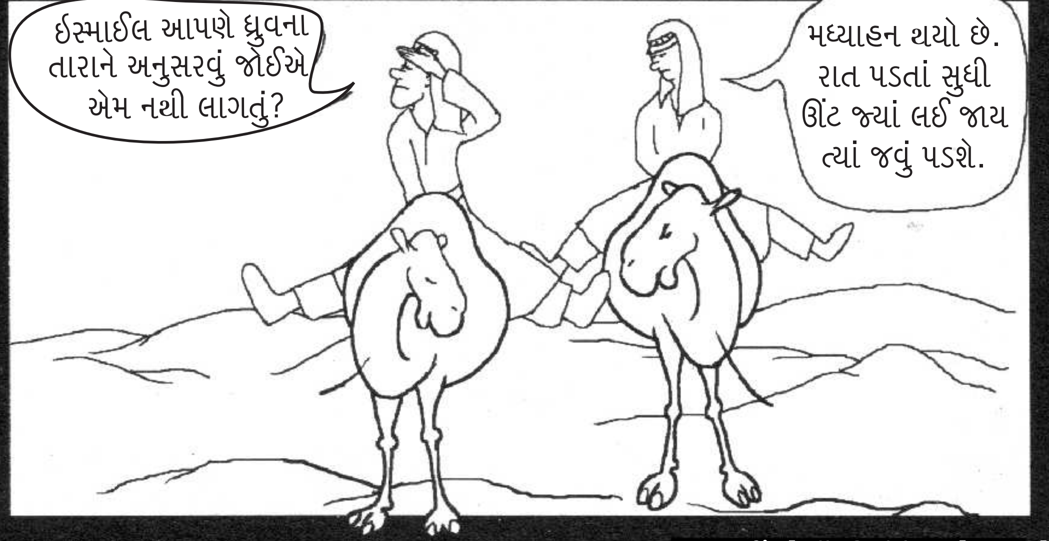
અને, ભગવાનને ખાતર તારી ગ્રીક દંતકથા સાચી હો.

હું રાજીખુશીથી મારું સ્થાન છોડી દઈશ. બસ હવે?

આવી વાર્તાઓ ફળદ્રુપ કલ્પનાઓની ઉત્પત્તિ હતી અને તે બ્રહ્માંડને સમજવાના આરંભિક પ્રયત્નો હતાં.

આ વાર્તાઓ દ્વારા જ બ્રહ્માંડની ઉત્પત્તિના આરંભિક દર્શન, સિદ્ધાંતો રચાયાં.

કેલેન્ડર અને ઘડિયાળ નહોતા શોધાયા ત્યારે આકાશ પણ સમય અને દિશા નક્કી કરવાનો એક અગત્યનો સંદર્ભ બનતું તે વણઝારાઓ અને દરિયાખેડુઓ તેમની મંઝિલ સુધી પહોંચવામાં સહાયક બનતું.



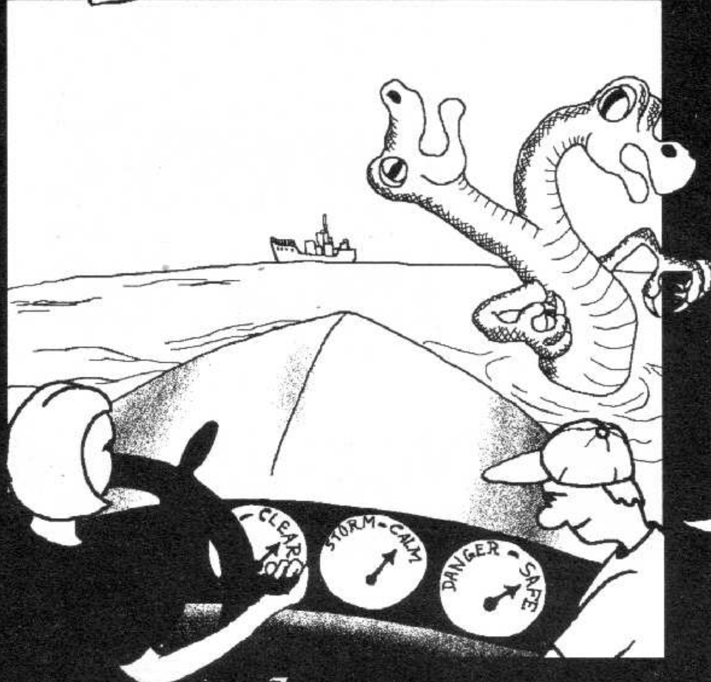
નાવિકોને પણ આકાશદર્શન ઘણું સહાયરૂપ બનતું. વિશાળ સમુદ્રની મધ્યમાં તારાઓ તેમને તેમનું સ્થાન નિશ્ચિત કરવામાં મદદ કરતાં.

ખગોળશાસ્ત્રમાં થયેલો વિકાસ નૌકાશાસ્ત્રમાં આધુનિકતા તરફ દોરી ગયો. નાવિકો તારાઓની સ્થિતિ પરથી અર્થઘટન કરતાં શીખ્યાં અને સમુદ્રો પાર પણ કરતાં.



તારાઓની સહાયથી દરિયાખેડાણ હજુય થતું રહે છે.

છતાંય, આધુનિક જહાજો અને હોડીઓ ઉપગ્રહો આધારિત નૌકાશાસ્ત્રીય ટેકનોલોજીનો ઉપયોગ કરે છે. રેડિયો તરંગો અને ઇલેક્ટ્રોનિક સાધનો ઊંડાણવાળા સમુદ્રોમાં જહાજોનો માર્ગ નિશ્ચિત કરે છે.



સૂરજ, ચંદ્ર અને તારાઓ બધાં જ ઘૂમે છે. આ તદ્દન સામાન્ય જ્ઞાન હતું, પરંતુ કેટલાક સૂક્ષ્મ રીતે નિરીક્ષણ કરનારાઓએ તારાઓમાં ભાત જોઈ

તારાઓ ઘૂમતા કદી અટકતા નથી છતાં તેનાથી બનતી ભાત તો નિશ્ચિત જ રહે છે.

હં.. રસપ્રદ... પરંતુ ત્યાં પેલો એક ઉત્તરમાં રહેલો તારો ફરતો નથી.

સામાન્યીકરણ શોધી કાઢ્યું.

તારાઓ અવકાશની અંદર ચોંટાડેલા હોય એવું લાગે અને તેઓ એક ચંદરવાની જેમ ઘૂમતા લાગે.

હવે આકાશમાં ઉત્તરનો તારો એક જ નિશ્ચિત સ્થાને પરિભ્રમણ અક્ષ ઉપર રહે છે.

ઉત્તર તારો અથવા ધ્રુવતારો - પ્રાચિન ખગોળશાસ્ત્રીય સમયથી એક સ્થાને રહી તેનો વિશિષ્ટ મોભો જાળવી રહ્યો છે.

બીજા બધા જ તારા આખો આકાશી ચંદરવો ધ્રુવતારાની આસપાસ ઘૂમી રહ્યો છે. આ ધ્રુવીય રેખા રાત્રિના આકાશનો અભ્યાસ કરવાની રૂપરેખા બને છે.

ભારતમાં દંતકથા અનુસાર ધ્રુવ નામનો રાજકુમાર આ તારાના નામે જાણીતો છે. આ ઉત્તર તારો "ધ્રુવ" તરીકે ઓળખાય છે.

એક દિવસ, ધ્રવ નામનો પાંચ વર્ષનો એક રાજકુમાર તેના પિતાના ખોળામાં બેઠો હતો. ધ્રુવની અપરમાં સુંદર પરંતુ કિન્નાખોર રાણીથી આ દૃશ્ય ન જોવાયું. રાણીએ ધ્રુવને પિતાના ખોળામાંથી ઉતારી લઈ તેના પોતાના દીકરાને બેસાડ્યો.

ચલ હટ, અહીંથી તું. અહીં તુ એકલો જ રાજકુંવર નથી.

ઊંડો આઘાત પામેલા ધ્રુવે તેને કદી કોઈ હટાવી ન શકે એવા સ્થાનની શોધમાં ઘર છોડ્યું. ખૂબ લાંબા તપ બાત તે એક ચોક્કસ બિંદુએ અવકાશમાં તારા તરીકે સ્થાયી થયો.

હું એક એવું સ્થાન ઈચ્છું છું કે બ્રહ્માંડની કોઈપણ તાકાત મને હટાવી ન શકે.

શું બધા તારા એક જ તરેહમાં ફરતા હોય? ના, એમ ન હોય.

હેય... તમે કહ્યું કે બધા તારા એક ભાતને અનુસરે છે, પરંતુ ત્યાં એક તારો ઊલ્ટા રસ્તે દેખાય છે.

કદાચ ને લગભગ તારા જેવું કંઈક દેખાય છે, પરંતુ ખરેખર કશુંક બીજું જ છે?

ખરેખર, કેટલાક તારાઓ તેમની ભાતથી માર્ગચ્યૂત થયેલા હોય છે. ગ્રીક લોકોએ તેમને ગ્રહો કહ્યાં, તેનો અર્થ થાય "ભટકેલા" કે "રખડું".

આ માર્ગ ભૂલેલા તારાઓ નિશ્ચિત રીતે એક તારામય માર્ગને અનુસરતા હોય છે.

સૂર્ય અને ચંદ્ર પણ તારાઓની નિશ્ચિત માર્ગને અનુસરતા ન હોતા, તેઓ પણ માર્ગ ભૂલેલા જ હતા.

સૂર્ય અને ચંદ્ર પણ ગ્રહો છે. તેઓ પણ માર્ગ ચલિત થાય છે.

સૂર્ય પણ? તમે આવું સંભવિત કેવી રીતે કહી શકો?

પાંચ તારાઓ જેવા ગ્રહો છે. તેમના નામ ગ્રીક દેવતાઓના આધારે દેખાય છે.

MERCURY  બુધ

VENUS  શુક્ર

MARS  મંગળ

JUPITER  ગુરૂ

SATURN  શનિ

અરે, આપણા વિશે શું? આપણે ક્યાં?

જો તમે સૂર્ય અને ચંદ્રને પણ તેમાં ઊમેરી દો, તો ગ્રહોની સંખ્યા વધીને સાત થઈ જાય.

તારાઓની ભાત પણ ઠીક ઠીક ઝડપથી બદલાય છે. તેમની ગતિ થોડી મિનિટોમાં નોંધી શકાય તેવી રીતે બદલાય છે. બીજી તરફ ગ્રહોની સાપેક્ષ ગતિ તારાજડિત સુશોભિત માર્ગ પર ઘણી ધીમી જણાતી.

અવકાશની ગતિ ગોકળગાયની ગતિએ ચાલે છે. હું તેમના વિશે કંઈક શોધી શકું તે પહેલાં મૃત્યુ પામીશ.

તારી જાતને ધન્ય માન જો તને એકાદ સૂચક હકીકત જાણવા મળે તો

તારાઓ વિશેનું ચોક્કસાઈપૂર્વકનું નિરીક્ષણ ઘણાં દિવસો લેતાં અને ક્યારેક તો કેટલાક મહિના પણ. તેમની ગતિનો અભ્યાસ કરવાનું કાર્ય ઘણું લાંબુ અને કંટાળાજનક બનતું.

શુક્રની ગતિના પથ વિશે કંઈ જ નિશ્ચિત રીતે કહી ન શકાતું.

કદાચ તેના ગાંડપણમાં પણ કોઈ પદ્ધતિ હોય...

કંઈ વાંધો નહીં. નિરીક્ષણ કરતાં રહો.

કેટલીક નિશ્ચિત ભાતો નિરીક્ષણ કરેલી માહિતીમાંથી વિકસી તે પહેલાં આ બધા નિરીક્ષણો પાછળ સંયુક્ત રીતે કેટલીયે સદીઓનો સમય વ્યતીત થયો.

આ કઠિન મહેનતના પરિણામે બે હકીકતો સ્પષ્ટ બની

સૌથી પહેલી હકીકત, ગ્રહો અનિશ્ચિત રીતે ગતિ કરતાં નથી, તેમાં એક પાયારૂપ ભાત હોય છે, એનો અર્થ એ કે તેમની ગતિની આગાહી કરી શકાય છે.

આપણે હવે કરવાનું રહ્યું કે કેવી રીતે આવું થાય છે?

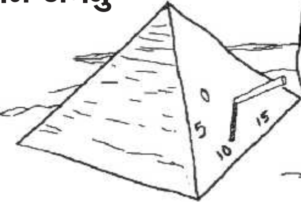
બીજી હકીકત એ કે આકાશમાં થતા પરિવર્તનોની અસર પૃથ્વી પર પણ થાય છે.

સૂર્યદેવના સોગંદ અરે જો! ત્યાં વ્યાધ દેખાય છે તે આપણી નાઈલ નદીમાં પૂરનું કારણ બનશે.

આકાશની દેવીના સોગંદ! વ્યાધ ગુનેગાર છે, તેવું ન કહી શકાય. પરંતુ આ બંને વચ્ચે કંઈક સંબંધ છે તેમ કહી શકાય.

ઇજીપ્તમાં જીવન નાઈલ નદીમાં વાર્ષિક પૂરના આધારે નક્કી થતું. જ્યારે તેમણે સૂર્યોદય પહેલાં વ્યાધ નામના પ્રકાશિત તારાને જોયો, તેમણે તારવ્યું કે હવે થોડા સમયમાં પૂર આવશે.

ઇજીપ્તવાસીઓનું ખગોળ અંગેનું જ્ઞાન તેમને વ્યાધના પુનઃનિરીક્ષણ અને આગાહી કરવા માટે નિશ્ચિત રીતે દિશા-દર્શન કરતું.



હવે હું એકદમ ભૂલ વિના કહી શકું. પેલા પિરામીડ પર પડતો ધરીનો પડછાયાના આધારે કહી શકાય કે નાઈલ નદીમાં પૂર આવવાને હવે કેટલા દિવસ બાકી રહ્યા હશે.

તે ખરેખર એકદમ સ્પષ્ટ રીતે દેખાય છે. ચાલો જોઈએ.. હે ભગવાન! હવે તો દસ જ દિવસ પછી પૂર આવવાનું છે.

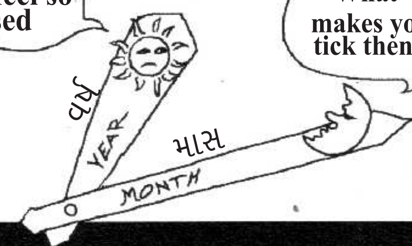
કુદરતી ઘટનાઓની વ્યવસ્થિત આગાહી માટે, સમયનું પગેરું શોધની એક વ્યવસ્થિત પ્રણાલીની જરૂર હતી અને તેના આધારે કેલેન્ડરનો જન્મ થયો. ધરીમાર્ગ પર સૂર્યની ગતિનો માર્ગ એક વર્ષ તરીકે નોંધાતું. ચંદ્રની કળા સંપૂર્ણ ગોળાકાર દેખાય ત્યારે એક મહિનો થતો. આખા પ્રદેશની ખેતી અને વ્યવસ્થાતંત્ર હવે ઘડિયાળના આધારે આયોજિત થતી અને અમલીકરણ પણ થતું.

હવે આપણે બીજ રોપણી કાલે વહેલી સવારે કરીશું. ચાલો, અત્યારે બધાં સૂઈ જઈએ.

પણ, અમને બધાંને મહેનતાણું ક્યારે મળશે?

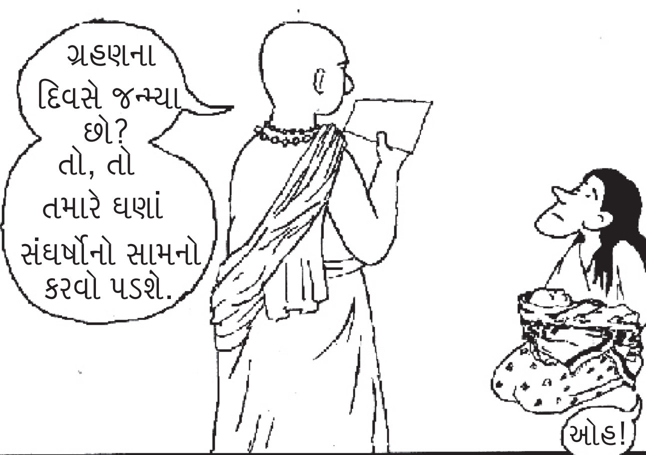


સૂર્ય, ચંદ્ર અને તારાઓ સમયનિર્દેશ કરનારા બન્યા. પૃથ્વી ફરતે તેમની રોજની ગતિ દિવસનો સમય કહી આપતી અને ચોક્કસ ધરી માર્ગની ગતિના આધારે વર્ષના સમયની આગાહી થતી.





આ રીતે ખગોળશાસ્ત્રનો જન્મ થયો. ગ્રહો જીવનને અસર કરે છે તેમ લોકો માન્યતા ધરાવતાં થયાં.



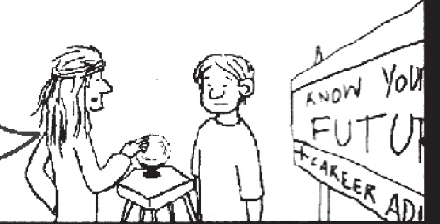


અવકાશી પદાર્થોના પ્રભાવની પૃથ્વીની ઘટનાઓ પર અસરના સાચે જ કેટલાક પુરાવા મળતાં હતાં.





આજે પણ વિકાસશીલ દેશોમાં ખગોળશાસ્ત્ર વિકસી રહ્યું છે.
ભારતમાં ખગોળશાસ્ત્રીઓ કરતાં વધારે જ્યોતિષશાસ્ત્રીઓ વધારે છે.
કેટલીક યુનિવર્સિટીઓ તો જ્યોતિષશાસ્ત્રમાં સ્નાતક કક્ષાના અભ્યાસક્રમ આપે છે.



બીજી તરફ, વૈજ્ઞાનિક રસથી અવકાશનો અભ્યાસ કરનારા પણ કેટલાક લોકો હતાં.

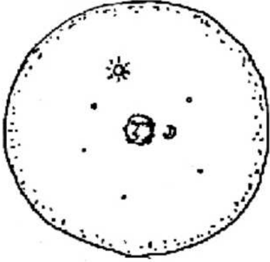
તારાઓ વિવિધ ભાત શા માટે રચે છે? અને ગ્રહો શા માટે ઘૂમતા રહે છે?





એટલે કે, તારા મતાનુસાર આ બધી ઘટનાઓ શા માટે અને કેવી રીતે થાય છે? તેની પાછળ કંઈક કારણ હોવું જોઈએ.

એરિસ્ટોટલ માટે, ખગોળશાસ્ત્ર એ તત્ત્વજ્ઞાનની એક શાખા હતી..



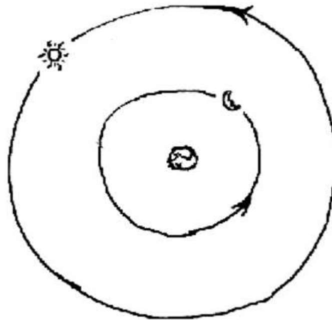


હું માનું છું કે પૃથ્વી ગોળ છે કારણ કે વર્તુળ એ સૌથી સંપૂર્ણ આકાર છે.

તેનો તર્ક સહિત એક આગવો રસ્તો હતો..

અવકાશી પદાર્થો વર્તુળાકાર ઘૂમે છે કારણ કે વર્તુળ સૌથી સંપૂર્ણ આકાર છે.





... અને કદાચ, સંપૂર્ણતા માટે થોડો ઘણો આગ્રહ.

આધુનિક ખગોળશાસ્ત્રની ઉત્ક્રાંતિનો શ્રેય ગ્રીક તત્ત્વજ્ઞાની એરિસ્ટોટલના લખાણો પરથી આલેખી શકાય.

એરિસ્ટોટલ : ૩૮૪-૩૨૨ ઇ.સ.પૂર્વે



આ ગ્રીક તત્ત્વજ્ઞાનીએ સૌપ્રથમ વ્યાપક રીતે તત્ત્વજ્ઞાનની પદ્ધતિ સમજાવી. તેના લખાણોએ વિવિધ મુદ્દા આવરી લીધા - રાજકારણ, નૈતિકતા, સૌંદર્યશાસ્ત્ર, તત્ત્વમીમાંસા, તર્ક, વિજ્ઞાન વગેરે. તર્કનો ઔપચારિક રીતે અભ્યાસ કરનાર તે પ્રથમ તત્ત્વજ્ઞાની હતો.

તેના વિચારોની ઘણી તત્ત્વજ્ઞાનીય અને ધાર્મિક પરંપરાઓ પર જબરજસ્ત પ્રભાવ હતો. એરિસ્ટોટલીયન તત્ત્વજ્ઞાન હજું તત્ત્વજ્ઞાનનું કાર્યશીલ ક્ષેત્ર છે.

તેણે ઇતિહાસના ઘણા ચિંતકો પર પ્રભાવ પાડ્યો. એલેકઝાન્ડર - મહાન તેનો જાણીતો વિદ્યાર્થી હતો.

એમ કહેવાય છે કે એરિસ્ટોટલના વિચારોએ સૌથી પ્રભાવશાળી વિચારધારાનો વિકાસ કર્યો. તેના તત્ત્વજ્ઞાને ઘણી સંસ્કૃતિઓનો બોધાત્મક વિકાસ કર્યો.

અન્ય ક્ષેત્રોની જેમ, ખગોળશાસ્ત્ર પર પણ તેના વિચારોનો ઘણો પ્રભાવ હતો. વર્તુળ અને ગોળાઓનો તેનો ખ્યાલ બે હજાર વર્ષો સુધી પ્રશ્ન રહિત રહ્યો.

ખગોળશાસ્ત્ર પર એરિસ્ટોટલનો પ્રભાવ આશીર્વાદરૂપ કે નુકસાનકર્તા તે સ્પષ્ટ થતું નથી. પરંતુ તેણે આરંભેલા પથ પર વિજ્ઞાનનું ઘણું યોગદાન છે. તેણે બ્રહ્માંડ વિશે પ્રશ્નો પૂછ્યાં. તેણે લોકોએ સહજ રીતે પૂછેલા પ્રશ્નોના અને ઘટનાઓના સ્પષ્ટીકરણો આપ્યાં છે.

આમ વિજ્ઞાનિક પૃચ્છા અવિરત રહી..



રાત્રિના આકાશમાં દેખાતા અવકાશીય પ્રદેશો સ્થાનિક ભાતોથી ચમકતા તારાઓથી બનતી અને તે નક્ષત્રો તરીકે ઓળખાતાં.

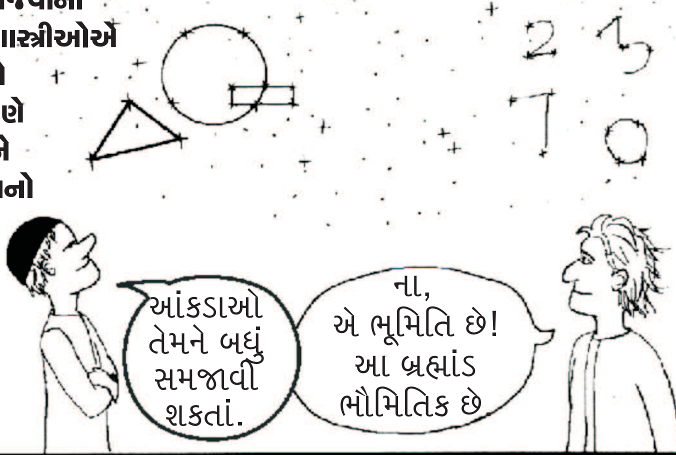
અવકાશીય ભાતના માપનના કારણે ગ્રહોની ગતિ પણ ચોક્કસાઈથી માપવાનું શક્ય બનતું. ત્યારબાદ બીજું પગથિયું ગ્રહોની ગતિને સમજવાનું હતું.

ગ્રહોની ગતિ માટે હું કાટ કે છાપ એમ ન કહી શકું. મને લાગે છે કે તેઓ કશાકથી અંકુશિત છે.

મને લાગે છે કે તેઓ માત્ર જટિલ દેખાય છે. કદાચ તેમની ગતિ સાદા નિયમો પર આધારિત હોય. આપણે તે શોધી કાઢવા જોઈએ.

ગ્રહોની જટિલ ગતિને સમજાવી શકે તેવો નિયમ શોધી કાઢવા ખગોળશાસ્ત્રીઓ અથાક્ પ્રયત્નશીલ હતું.

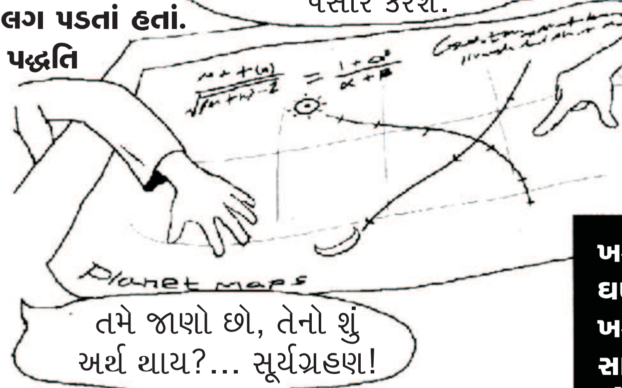
ગ્રહોની ગતિને સમજવાના પ્રયત્નોમાં ખગોળશાસ્ત્રીઓએ તર્ક અને ગણિતનો ઉપયોગ કર્યો. તેમણે પરિચિત અને તેમને આવડે તેવા ગણિતનો ઉપયોગ કર્યો.



ખગોળશાસ્ત્રીઓએ ગ્રહોની ગતિ સમજાવવા સાદા ગણિતિક મોડેલ્સનો ઉપયોગ કર્યો. એનો અર્થ કે કોઈપણ ગ્રહોની ગતિ આપેલા સૂત્રની મદદથી કહી શકાય.

જો આવું કોઈ મોડેલ ગ્રહોની સ્થિતિ કેટલીક સદીઓ પહેલાં ચોક્કસ રીતે કહી શકતું હોય તો તે દૂરના ભવિષ્યમાં પણ તેની નિશ્ચિત સ્થિતિ શોધી શકવામાં મદદરૂપ બને.

આ બધા મોડેલની સફળતા અને ચોક્સાઈનો આધાર તેમાં લાગુ પાડેલું ગણિત હતું. ઇજીપ્તિયન મોડેલ્સ મૂળઅંક પ્રણાલી પર આધારિત હતાં - પરંતુ તેઓ બહુ સફળ નહોતા થયાં.
બેબલિયોન પ્રજા તેમની અંકનો અલગ રીતે ઉપયોગ કરવાની રીતને કારણે અલગ પડતાં હતાં. તેમની પદ્ધતિ હાલની દશાંશ અંક પદ્ધતિ સાથે ઘણી મળતી આવતી હતી. તેમણે ૧૦ના બદલે ૬૦નો આધાર લીધેલો. તેમણે કરેલું પ્રદાન આજે પણ અમૂલ્ય છે. કલાકને ૬૦ મિનિટમાં વિભાજિત કરી શકાય અને પ્રત્યેક મિનિટને ૬૦ સેકન્ડમાં વિભાજિત કરી શકાય.



ગ્રહોની ગતિની અગાઉથી આગાહી કરવાને સમર્થ હોવાથી ઘણું જાણી શકાતું. સૂર્ય અને ચંદ્ર ગ્રહણો આવી આગાહી કરવી શક્ય નહોતી જ્યાં સુધી આકસ્મિક જ લાગતાં. ગ્રહણો ધાર્મિક રીતે ઘણું મહત્ત્વ ધરાવતાં. સાચે જ, ધાર્મિક ક્રિયાકાંડો-ખગોળશાસ્ત્ર સાથે વણાઈ ગયાં હતાં.

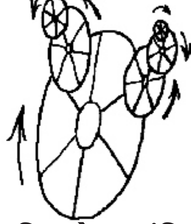
ખગોળશાસ્ત્રના વિકાસમાં ગણિતજ્ઞોએ ઘણો મહત્ત્વનો ભાગ ભજવ્યો અને ખગોળશાસ્ત્ર ગણિતશાસ્ત્રનો વિકાસ સાધવામાં ખગોળશાસ્ત્ર આધારભૂત સ્રોત હતો.

ખગોળશાસ્ત્રની વાર્તા

આવા સાદા વર્તુળો ગ્રહોની જટિલ ગતિ કેવી રીતે સમાવી શકે?

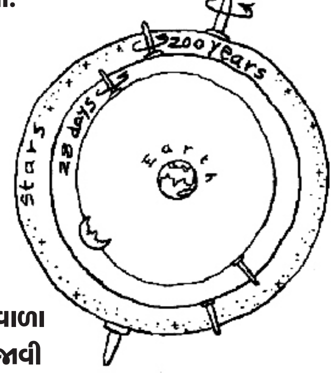
આ બધું મોહક નથી લાગતું? સાદી ગતિઓનું સંયોજન ઘણું જટિલ હોઈ શકે.





ગ્રહની ગતિ માટેન પ્રારંભિક માડેલ્સ વર્તુળમય હતાં.

આથી પહેલાં મોડેલ્સ કેન્દ્રબિંદુવાળા ગોળા પર આધારિત હતાં. આ કાલ્પનિક ગોળા નિયમિત રીતે તેમની ધરી પર ભમરડાની જેમ ફરતા હતાં. ગોળાની આ ધરી બીજા ગોળા પર જડેલી હતી.

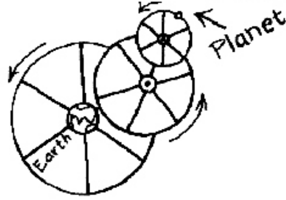


દરેક ગ્રહણની ગતિ ઘણા બધાં કેન્દ્રબિંદુવાળા ગોળાને આધારે સમજાવી શકાતી હતી.

Then there were EPICYCLES. in this model, each planet was fixed on a turning wheel whose center was fixed on another turning wheel (Which in turn might have been attached onto another turning wheel.)

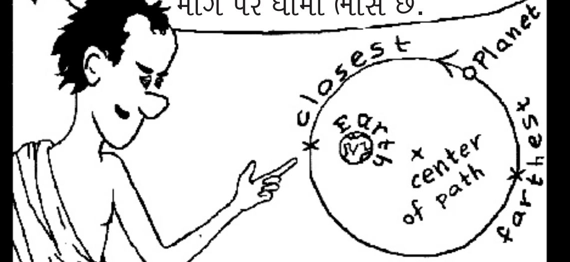
Now that surely can give rise to complex motion.

Epicycles are beautiful. The whole machine may look complex, but each wheel executes the simplest turning motion.



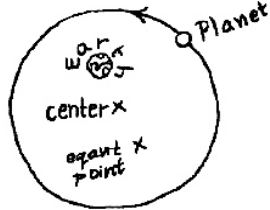
અન્ય એક સંકલ્પના અસમકેન્દ્રી વર્તુળની હતી. તેણે ગ્રહોની બદલાતી ઝડપ સમજાવવામાં સહાય કરી.

જુઓ, જ્યારે ગ્રહ આપણી નજીક હોય ત્યારે કેવી ઝડપથી ગતિ કરતો દેખાય છે અને જ્યારે દૂર હોય ત્યારે તેની ગતિ માર્ગ પર ધીમી ભાસે છે.



વર્તુળ આધારિત મોડેલ્સમાં Equal point સૌથી વધારે જટિલ હતું. તે ગ્રહોની ગતિ સમજાવવામાં સૌથી વધુ શક્તિશાળી પ્રતિમાન હતું અને તે લગભગ દોઢ હજાર વર્ષોથી વધારે સમય ઉપયોગમાં લેવાયું.

ગ્રહ અસમકેન્દ્રી વર્તુળાકાર પથ પર અનિયમિત ગતિ કરે છે. છતાં તેની ગતિ જો અવકાશના બિંદુઓથી જોવામાં આવે તો નિયમિત લાગે. આવા બિંદુને Equal point હું કહું છું.



આ તો અદ્ભૂત રીતે અટપટું છે પરંતુ, જે કામ....

સમગ્ર રીતે આ પ્રતિમાનોએ સફળતાપૂર્વક ગ્રહોની ગતિ સમજાવી. આ ગોળાઓ અને વર્તુળો માત્ર માનસિક રચનાઓ હતી, પરંતુ ભૌતિક રીતે તેમનું અસ્તિત્વ નહોતું. છતાંય તેમણે સરળ છતાં ચોક્કસ પ્રતિમાન રચવામાં સહાય કરી.

પ્રતિમાની આગાહી કરવાની ક્ષમતાએ તેમની સળતા કે નિષ્ફળતા નિશ્ચિત કરી.

ગ્રીક ખગોળશાસ્ત્રી, ટોલેમી આ બધાં પ્રતિમાનોને જોડનારો પ્રથમ વિજ્ઞાની હતો. તેણે ગ્રહોની ગતિ સમજાવતું સૌથી ચોક્કસ પ્રતિમાન શોધી કાઢ્યું.

ટોલેમી ગ્રીક ખગોળશાસ્ત્રી હતાં. તેનું સાચું નામ ક્લાઉડીયસ ટોલેમી હતું. તેના અંગત જીવન વિશે ખાસ જાણવા મળતું નથી.



અલ્મેજીસ્ટ આ ટોલેમી લેખકનું લોકપ્રિય પુસ્તકનું નામ છે. મૂળ ગ્રીક શીર્ષક મંગાલે સીન્ટેક્સીસ એટલે કે ગાણિતિક સંકલનગ્રંથ સમય જતા તે અલમેજીસ્ટી નામે અરબી ભાષામાં અનુવાદિત થયો અને ત્યારબાદ તે અલમેજેસ્ટિયમ નામે લેટિન ભાષામાં અનુવાદિત થયો.

ખરેખર તે ખગોળશાસ્ત્રમાં મહાન પ્રબંધ ગ્રંથ છે.

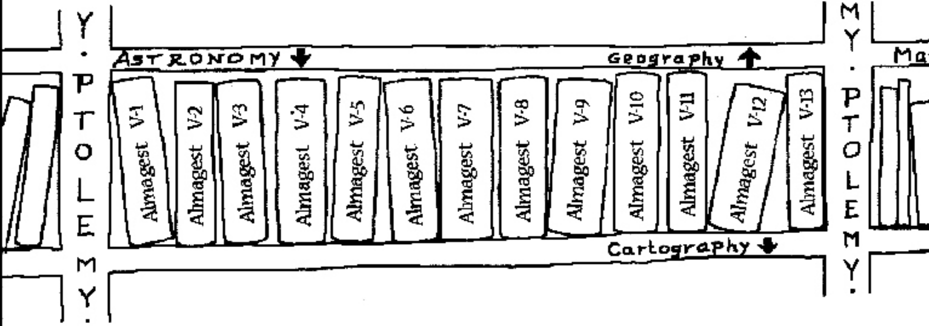
ક્લાઉડિયસ ટોલેમી ઇ.સ. ૮૫-૧૬૫



ટોલેમી એલકેઝાન્ડિયા (ઇજીપ્ત)માં રહેતો. તે ખગોળશાસ્ત્રી, ગણિતજ્ઞ, ભૂસ્તરશાસ્ત્રી હતો. તે ખગોળશાસ્ત્રના પ્રથમ ગ્રંથ અલ્માજેસ્ટનો લેખક હતો.

ખગોળશાસ્ત્રમાં તેની સર્જકતાનો શાસનકાળ ૧૪૦૦ વર્ષ સુધી રહ્યો.

અલમેજેસ્ટી ૧૩ દળદાર ગ્રંથો ધરાવતું બૃહદ કાર્ય હતું તેમાં ૧૦૦૦ તારાઓ અને અવકાશમાં નોંધાયેલી વિવિધ ઘટનાઓની વિગતોની યાદી હતી.

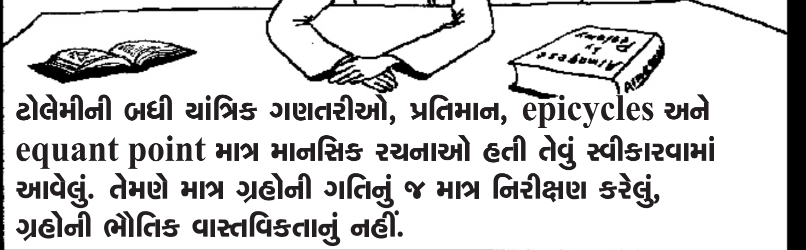


સૌથી વધું અગત્યનું તો એ હતું કે તેમાં ભૂતકાળના ખગોળશાસ્ત્રીઓ અને ટોલેમીના પોતાના સંશોધનો - ગ્રહોની ગતિ વિશેના - તે વિશેની વિવિધ પદ્ધતિઓનું સંકલન હતું.

પરંતુ ટોલેમીની સફળતાનો આધાર તેના મોડેલ્સની આગાહીક્ષમતા પર હતો.



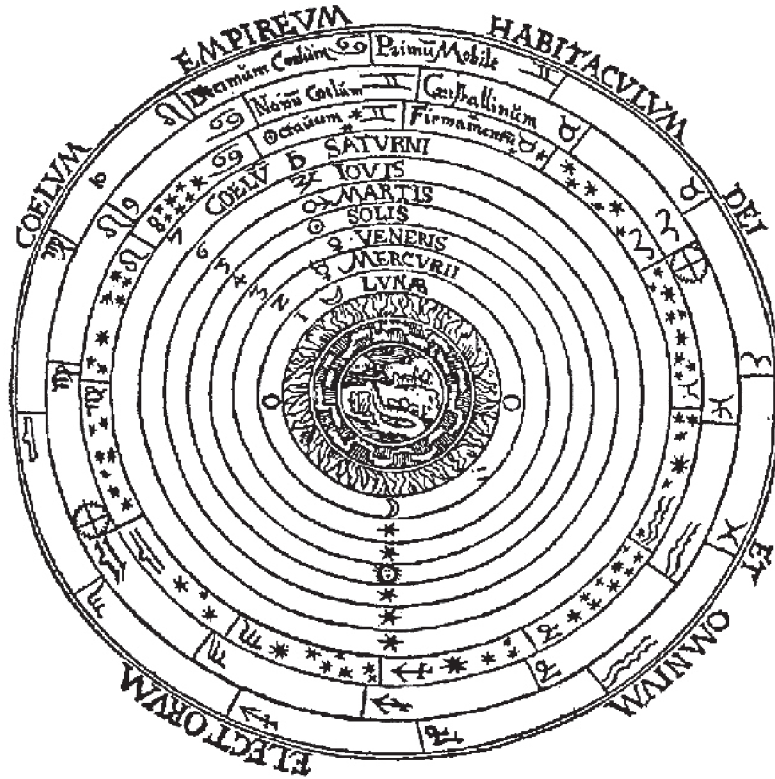
પરંતુ અહીં કેટલાક પ્રશ્નો છે.



ટોલેમીની બધી યાંત્રિક ગણતરીઓ, પ્રતિમાન, epicycles અને equant point માત્ર માનસિક રચનાઓ હતી તેવું સ્વીકારવામાં આવેલું. તેમણે માત્ર ગ્રહોની ગતિનું જ માત્ર નિરીક્ષણ કરેલું, ગ્રહોની ભૌતિક વાસ્તવિકતાનું નહીં.

ટોલેમીએ કરેલું બ્રહ્માંડનું વર્ણન પૃથ્વીકેન્દ્રી હતું. સૂર્ય, ચંદ્ર અને તારા જેવાં ભાસતા ગ્રહો પૃથ્વીની આસપાસ epicycles અને equant pointની રચાયેલી સંકલ્પનાને આધારે ઘૂમતા હતાં. દરેક ગ્રહો એક આગવું નિરાળું કોચલું / જગ્યા રોક્યું હતું. બધાં તારાઓ એક ઘૂમતા સૌથી દૂરના ગ્રહની પશ્ચાદ્‌ભૂમાં ઘૂમતા ગોળાની આસપાસ જડાયેલાં હતાં.

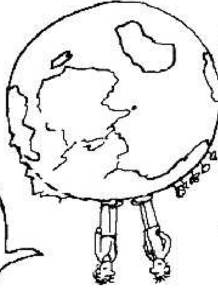
થોડા ફેરફારની સાથે ટોલેમીનું બ્રહ્માંડનું પ્રતિમાન (મોડેલ) પ્રાયોગિક રીતે ૧૪૦૦ વર્ષથી વધારે ઉપયોગી બન્યું. આ સદીઓ દરમિયાન અલ્મેજીસ્ટ બાઈબલની જેમ સમગ્ર વિશ્વમાં અનુવાદિત થયું અને વંચાયું.



આપણા પ્રવર્તમાન જ્ઞાનના પ્રકાશમાં ટોલેમીની બ્રહ્માંડ અંગેની સમજ મોટે ભાગે મિથ્યા નીવડી. પરંતુ તેના કાળ દરમિયાન (અને આવનારી સદીઓ માટે) તેનો બ્રહ્માંડ અંગેનો ખ્યાલ ધાર્મિક માન્યતાઓની જેમ પ્રચલિત હતો.

ટોલેમીના મોડેલને પડકારવા માટે બૌદ્ધિક વર્ગના સંયુક્ત પ્રયત્નોએ મોટો ભાગ ભજવ્યો. કોપરનિકસના બૌદ્ધિક પ્રયત્નો, કેપ્લરની પરવલીય કક્ષાઓ અને ગેલિલિયોએ શોધેલું ટેલિસ્કોપે અંતે ટોલેમીના વિશ્વ પ્રચલિત માન્યતાઓને નિરર્થક ઠેરવી અને ખગોળવિજ્ઞાનના અંધારયુગનો અંત આણ્યો.

ઇ.સ.પૂર્વે ૧૦૦૦ વર્ષોએ ખગોળશાસ્ત્રીઓએ શોધ્યું કે પૃથ્વી સપાટ થાળી જેવી નહીં, પરંતુ દડા જેવી ગોળ છે.



આર્ય ભટ્ટ પ્રખ્યાત ભારતીય ખગોળશાસ્ત્રી (ઇ.સ.પૂર્વે ૫૦૦ વર્ષ) એ પૃથ્વી ખૂબ દૂરથી જોવાથી કેવી દેખાય તેનું સુંદર રૂપક આપ્યું.

દડા જેવા કંદમૂળ ફળમાંથી બહાર આવતા સૂક્ષ્મફૂલો જેવું.

આપણે ગોળાકાર પૃથ્વીની સપાટી પર ઊભા છીએ - નીચે તરફ એટલે કે કેન્દ્ર તરફ અને - ઉપર એટલે કે તેનાથી દૂર.

પરંતુ જો પૃથ્વી દડા જેવી હોય તો તે ચપટી શા માટે દેખાય છે? આ માટે સારા કારણો છે. તો શા માટે કેટલાક લોકોએ એવું ઠસાવવા પ્રયત્ન કર્યો કે પૃથ્વી વિશાળ દડા જેવી છે? તેનો ચોક્કસ આધાર હતો.... નક્કર/આસ્તવિક આધાર

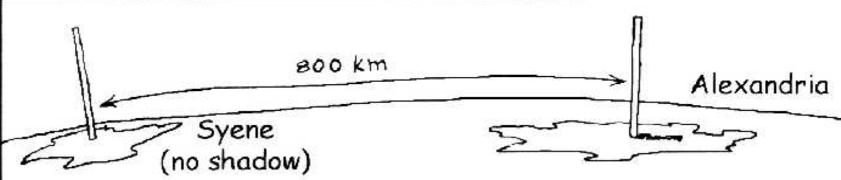








પરંતુ પૃથ્વી કેટલી વિશાળ હતી? ગ્રીક નિષ્ણાંત એરિસ્ટોથેનસ તે ઇ.સ.પૂર્વે ૨૪૦માં કહ્યું. જો પૃથ્વી ગોળ હોય તો સૂર્યનો પ્રકાશ જુદા જુદાં ખૂણાઓએથી જુદા જુદા સ્થળોએ ફેંકાવો જોઈએ. પરંતુ ૨૧ જૂનની મધ્યાહને ઇજીપ્તિ નજીક Syeneમાં લંબધ્રુવ પર કોઈ પડછાયો પડતો નહોતો. એરિસ્ટોથેનસે એ જ દિવસે અન્ય ધ્રુવ પરથી એલેક્ઝાન્ડ્રિયા પર પડતા પડછાયાને માપ્યો તે સ્થળ Syeneથી ૮૦૦ કિ.મી. દૂર હતું.

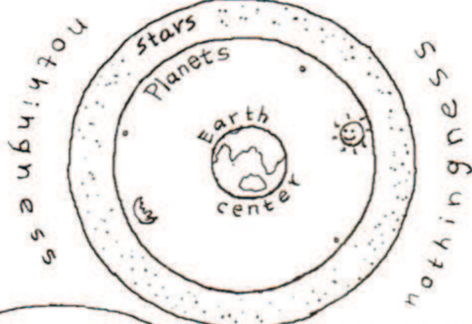


આટલી માહિતિથી એરિસ્ટોસ્થેનસે સરળતાથી પૃથ્વીનો પરિઘ ૪૦૦૦૦ કિમી. હોવાનું શોધી કાઢ્યું.

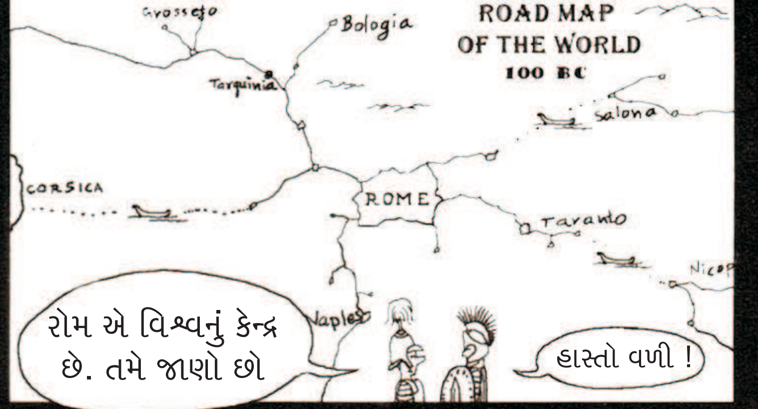
કોણે કલ્પના કરી હશે? આપણે વસીએ છીએ તે પૃથ્વી દડા જેવી હોય... તેનો ઘેરાવો ૪૦,૦૦૦ કિ.મી. હોય અને તે આકાશ તરફ બધી બાજુઓથી ખુલ્લી હોય.



સૂય, ચંદ્ર, ગ્રહો અને તારાઓ પણ આપણી આસપાસ ઘૂમતા દેખાય છે.
સ્વાભાવિક રીતે જ, પ્રાચીન ખગોળશાસ્ત્રીઓએ વિચાર્યું હશે કે પૃથ્વી આ બધી ગતિનું કેન્દ્ર છે.



આજે આપણે જાણીએ છીએ કે પૃથ્વી બ્રહ્માંડનું કેન્દ્ર નથી. ખરેખર, તો બ્રહ્માંડના કેન્દ્ર જેવું કશું નથી. આ વિચાર એટલો પોકળ છે કે જાણે રોમનો એમ માનતા હોય કે રોમ એ વિશ્વનું કેન્દ્ર હતું.



ઈતિહાસમાં ઘણાં વર્ષો પહેલાં અનેક વિચારકો વિચારતા હતા કે પૃથ્વી અને અન્ય ગ્રહો સૂર્યની આસપાસ (નહી કે પૃથ્વીની આસપાસ) ઘૂમે છે ઈ.સ. પૂર્વે ૨૫૦ માં ગ્રીસમાં આવેલા સામોસના એરિસ્ટાર્કસે કહેલું.



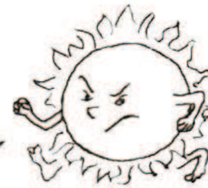
ઈ.સ. ૫૦૦ ની આસપાસ આર્યભટે દલીલ કરેલી કે ભમરડાની જેમ પૃથ્વી તેની ધરીની ફરતે ગતિ કરે છે અને એક દિવસમાં આ ભ્રમણ પૂરૂં કરે છે. આ ભ્રમણને કારણે તારાઓ અને ગ્રહો આપણી આસપાસ ગતિ કરતાં હોય તેમ દેખાય છે. (ચકડોળમાં બેસીને આપણને ધરતી ઘૂમતી દેખાય તેમ!)



કમભાગ્યે, આ બધા સિદ્ધાંતો બહેરા કાને અથડાવા જેવા હતાં. વિશ્વ, ખરેખર તો, આ બધા ક્રાંતિકારી વિચારો માટે તૈયાર જ નહોતું.




આમ, કેટલાંય હજારો વર્ષો સુધી પૃથ્વી બ્રહ્માંડનું કેન્દ્ર રહેવાની હતી અને સૂર્યને તેની ફરતે ગતિ કરતો બતાવવામાં આવ્યો હતો.




આખરે સૂર્યને સ્થિર કરી અને પૃથ્વીને ગતિમાં મૂકવાનું શ્રેય નિકોલસ કોપરનિકસને જાય છે.





નિકોલસ કોપરનિકસ ૧૪૭૩-૧૫૪૩



પોલેન્ડમાં જન્મેલો નિકોલસ ગણિતજ્ઞ ખગોળવેત્તા, ભૌતિકશાસ્ત્રી, અનુવાદક, અર્થશાસ્ત્રી, સૈન્ય અધિપતિ અને બીજું ઘણું બધું હતો. વિજ્ઞાન આધારિત બ્રહ્માંડ દર્શન કરનાર તે પ્રથમ હતો.તેનો ગ્રંથ DE REVOLUTIONALIBUS ORBIUM COELESTIUM (આકાશી ગોળાઓની ભ્રમણગતિ વિશે) વિજ્ઞાનની ઉત્ક્રાંતિ માટે પુરોગામી સમાન હતો. આધુનિક ખગોળવિજ્ઞાનના જનક તરીકે તે પ્રસિદ્ધ છે.

ખગોળશાસ્ત્રીઓ તે સમયના અસ્તિત્વ ધરાવતા પ્રતિમાનોથી અસંતુષ્ટ હતા.



ટોલેમીના પ્રતિમાન (Model) માં (સદીઓ પુરાણા) શુદ્ધીકરણ અથવા નવેસરથી વિચારણાની આવશ્યક્તા હતી.



પ્રાચીન તત્વજ્ઞાનીઓએ માત્ર Heliocentric (સૂર્ય કેન્દ્રી) બ્રહ્માંડનું ધૂંધળુ ચિત્ર રજૂ કરેલું. કોપરનિકસનો સિદ્ધાંત, બીજી તરફ માત્ર એક વિચાર જ નહોતો, પરંતુ ઉકેલનો સંપૂર્ણ ઝૂમખો હતો. તેણે તેની નવી પદ્ધતિ આધારિત ગાણિતિક વિગતો ઉપર ૩૦ વર્ષ સુધી કામ કર્યું.

કોપરનિક્સ તેના સમયના પ્રશ્નવિહીન, પ્રભાવક સિધ્ધાંતોને પડકારવા માટે પૂરતો હિમતવાન હતો.

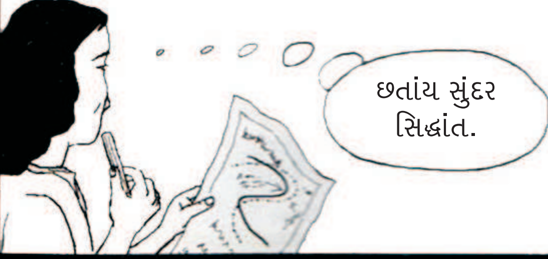




તેના સિદ્ધાંતે ગ્રહોની ગતિ વિશેના ઘણાં રહસ્યોનો ભેદ ઉકેલ્યો. છતાં તેના સમકાલીનો તેના કાર્યની કદર કરવામાં પાછા પડયા.

કોપરનિકસના વિચારોનો સ્વીકાર કરવામાં એક સદીથી પણ વધારે સમય ગયો. સૂર્યકેન્દ્રી પ્રતિમાન એ પૃથ્વીગામી પ્રતિમાનની પ્રચલિત પ્રણાલિકામાં ધરમૂળથી ફેરફાર કરનારું હતું. ખગોળશાસ્ત્ર તેના અંધકારમય યુગમાંથી આખરે બહાર આવ્યું

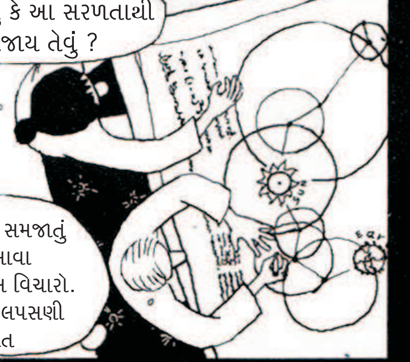
કમભાગ્યે, કોપરનિક્સનું (સૂર્યકેન્દ્ર આધારિત) મોડેલ, ટોલેમીના પૃથ્વીકેન્દ્રી મોડેલને સુધારનાર સાબિત ન થયું.



કારણો દ્વિમુખી હતાં. પહેલું કોપરનિક્સે ધરીઓનો પ્રલંબિત માર્ગ ઓળખ્યો

નહીં. તેના બદલે તેણે અધિચક્ર ના જટીલ બંધારણ વિશે કાર્ય કર્યું.

બીજું, તેણે ભૂલભરેલા અવલોકનો પર કાર્ય કર્યું.



આગાહીઓ સાથે સંબંધિત સમસ્યાઓ નો પ્રશ્ન માત્ર નહોતો. તેમાં કેટલીક સંકલ્પના ને લગતા પ્રશ્નો પણ હતા.



* પેરેલેક્સ માટે પેજ નંબર ૩૨ પરની ચર્ચા જૂઓ.

આવા મૂળભૂત પ્રશ્નોના ઉત્તર ખૂબ મોડા મળ્યા. તેમણે સૂર્યકેન્દ્રી સિદ્ધાંત વિષેના સંદેહોને તો નાબૂદ કર્યા જ, સાથે સાથે બ્રહ્માંડની કાર્યપદ્ધતિ વિષે વિશદ સમજ પૂરી પાડી.

બધાં જ લોકો કોપરનિક્સના કાર્ય વિશે સંદેહ નહોતા કરતા. ખરેખર તો તેનું એક વિશાળ પ્રશંસક જૂથ હતું.



કોપરનિક્સને મુખ્ય ડર હતો.... ચર્ચનો પ્રભાવ

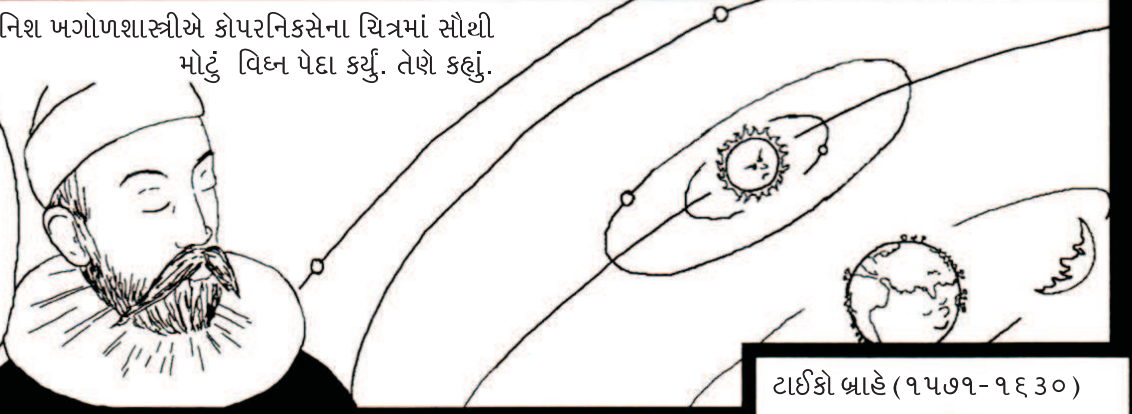
કોપરનિક્સ જાણતો હતો. જો ચર્ચમાં તેના વિચારો ફગાવી દેવામાં આવશે તો માત્ર કોઈક સારા સંત જ તેમને બચાવી શકશે. તે સાચે જ ચર્ચનો અપરાધ કરવા નહોતો ઈચ્છતો. તેનો સહયોગી (ખરેખર ચબરાક છોકરો) સાચવીને આગળ વધ્યો અને પુસ્તકનું પ્રકાશન કર્યું.



કમનસીબે, તે પુસ્તક નિષ્ફળ નીવડ્યું અને તેને મળવી જોઈતી લોકપ્રિયતા મળી નહીં. કોપરનિક્સનો સિદ્ધાંત સદી સુધી એમ જ પડી રહ્યો. પરંતુ સૂર્ય કેન્દ્રિત સિદ્ધાંતને પૂરેપુરો અવગણી શકાય તેવું ન હતું. ખગોળશાસ્ત્રીઓ વર્ષોજુના પૃથ્વી કેન્દ્રિત સિદ્ધાંતના ચિત્રને ટકાવી રાખવા ખૂબ સંઘર્ષ કરતા રહ્યા.



ટાયકો બ્રાહે નામના ડેનિશ ખગોળશાસ્ત્રીએ કોપરનિકસેના ચિત્રમાં સૌથી મોટું વિઘ્ન પેદા કર્યું. તેણે કહ્યું.



ટાઈકો બ્રાહે (૧૫૭૧-૧૬૩૦)



ડેન્માર્કમાં જનમ્યો. યુરેનીબર્ગ ઓબ્ઝર્વેટરી (Heavenly Castle) નામે પ્રથમ સંશોધન કેન્દ્ર સ્થાપ્યું. તે ચોક્કસ અવલોકનો વિશેનો જુસ્સો ધરાવતો હતો.

કોપરનિકસેના ચિત્ર ઉપર, ટાઈકોનું આક્રમણ, કંઈક અંશે ચોક્કસ હતું. તેણે કોપરનિકસેના સિદ્ધાંતમાંથી કેટલીક ભ્રામકતા દૂર કરી અને પુનઃ પૃથ્વીને બ્રહ્માંડના કેન્દ્રમાં પ્રસ્થાપિત કરી. ખરેખર તો ટાઈકોનું ચિત્ર ગ્રહોની સાપેક્ષ ગતિના સંદર્ભમાં કોપરનિકસેને મળતું જ આવતું હતું અને સાપેક્ષ ગતિઓ જ અવલોકી શકાતી હતી.

ટાઈકોએ ખરેખર તો યામ પદ્ધતિને બદલી. તેણે કોપરનિકસે દર્શાવેલ ગ્રહોની ગતિમાં પૃથ્વીને કેન્દ્રમાં દર્શાવીને ગતિને સમજાવવાનો પ્રયત્ન કર્યો. યામ પદ્ધતિમાં ફેરફાર કરવાથી અન્ય કોઈ સાપેક્ષ ગતિને અસર થતી નહોતી.

આમ, ટાઈકોએ કોપરનિકસેના સિદ્ધાંતથી અન્ય માર્ગે જઈ તે જ સમયે તે સિદ્ધાંતને પોતાના નામે જોડી દીધા.

તે સૂર્યને કેન્દ્ર તરીકે નિહાળવામાં નિષ્ફળ નીવડયો. પરંતુ તે પોતાની રીતે ખગોળશાસ્ત્ર વિશે ફાળો આપવામાં સફળ રહ્યો. નિરીક્ષણોની ચોકસાઈ ને મહત્ત્વ આપવામાં તે અગ્રક્રમે રહ્યો.



ટાયકોને તે સમયે અસ્તિત્વ ધરાવતા પ્રાચાંકો પર ભરોસો નહોતો.



તેના જીવનનો મોટા ભાગનો સમય ચોક્કસ અને નિશ્ચિત અવલોકનો કરવામાં અને ચોક્કસાઈ ધરાતાં સાધનો બનાવવામાં ગયો.

ટાયકોએ એકાદ દાયકા સુધી સહાયકોના જૂથ સાથે કામ કર્યું. તેણે એકત્ર કરેલ ડેટા ભવિષ્યના ખગોળસ્ત્રીઓ માટે માહિતીના આધારભૂત સ્રોત તરીકે ઉપયોગી થયા.



પાછળથી ટાયકોએ યુવાન કેપ્લરને તેના સહાયક તરીકે કાર્ય કરવાનું નિમંત્રણ આપ્યું. આ વ્યવસ્થાએ ખગોળશાસ્ત્રના ભવિષ્ય ઉપર ઊંડી અસર જન્માવી.

કેપ્લરને ટાયકોએ મેળવેલા ડેટા ગ્રહોની ગતિના નિયમો સમજાવવામાં અત્યંત ઉપયોગી થયાં. કેપ્લરે સૂર્યકેન્દ્રી સિદ્ધાંત ને હંમેશ માટે સ્થાપિત કરવામાં નિર્ણાયક ભૂમિકા ભજવી.

ટાયકોના અનુગામી કેપ્લરે વિચાર્યું કે માત્ર ગતિને જ પ્રતિમાનબદ્ધ (Modeling) કરવી પૂરતું નથી.

માત્ર ગ્રહોની ગતિનું જ વર્ણન કરવાથી મને સંતોષ થતો નથી.

જોહન્સ તું બીજું શું કરવા ઈચ્છે છે ?

હું ગ્રહો આ જ રીતે ગતિ શા માટે કરે છે તે જાણવા ઉત્સુક છું. કયા બળથી તેઓ ગતિ કરતાં હશે ?

તેઓ ઈશ્વરીય શક્તિથી ગતિ કરતાં નથી ?

શું તેનું કહેવું એમ છે કે ગ્રહોની ગતિ એ ભૌતિક વિજ્ઞાનની બાબત છે અને માત્ર ભૂમિતિની નહીં ?

કમભાગ્યે કેપ્લરના ભૌતિકવિજ્ઞાન આધારિત ગ્રહોની ગતિના વિચારો ધૂંધળા અને અસ્વષ્ટ રહ્યા. આપણા પ્રવર્તમાન આધારભૂત જ્ઞાનના પ્રકાશમાં તે ભૂલભરેલા જ હતા.

સૂર્ય ચુંબકીય બળનો પ્રકાશ ફેલાવે છે અને તે ગ્રહોને ગતિમાં રાખે છે અને તેની ગેરહાજરીમાં ગ્રહો તત્કાળ થંભી જશે.

કેટલું રસપ્રદ !

અને કેવું ચમત્કારિક !!

પરંતુ ગ્રહોની ગતિ વિશેનું આ મોડેલ માત્ર ઘટના આધારિત હતું. ૧૭ મી સદીના આરંભમાં કેપ્લરે વિશ્વ સમક્ષ ત્રણ નિયમો રજૂ કર્યા.

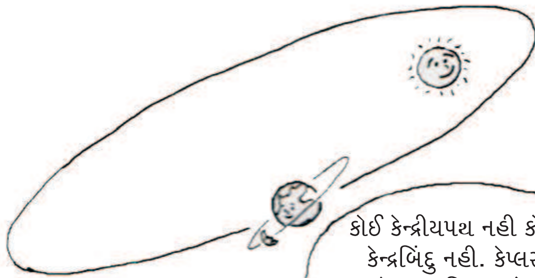
તે નિયમો અત્યારે કેપ્લરના નિયમો તરીકે પ્રસિદ્ધ છે. આ નિયમો એ સૌ પ્રથમ બ્રહ્માંડને સમજાવતા ભૌતિક સિદ્ધાંત તરીકે પાયાની ભૂમિકા ભજવી.

જહોન્સ કેપ્લર ૧૫૭૧ - ૧૬૩૦



જર્મનીમાં જન્મ - ગણિતજ્ઞ, ખગોળશાસ્ત્રી અને જ્યોતિષવિદ્; વિશ્વ તેને બ્રહ્માંડમાં ગ્રહોની ગતિના ત્રણ નિયમો માટે યાદ કરે છે. તેણે ખગોળશાસ્ત્રને અવકાશીય વિજ્ઞાન તરીકે ઓળખાવ્યું અને કોપરનિકસના વિશ્વ-દષ્ટિકોણને પ્રચલિત કરવામાં મહત્ત્વનો ભાગ ભજવ્યો.

તેણે કેન્દ્રીયપથની જટિલ યાંત્રિકીને માત્ર એક વક્ર ઉપલવયથી, ગ્રહીય ગતિને સમજાવીને એક તીવ્ર બુદ્ધિશાળી તરીકેનું સ્થાન નિશ્ચિત કર્યું.



કોઈ કેન્દ્રીયપથ નહી કોઈ કેન્દ્રબિંદુ નહી. કેપ્લર ખરેખર બુદ્ધિમાન છે !

હા, તો ખરેખર એકદમ સરળ છે. છતાં સર્વ સાચું !

કેપ્લરનું ભ્રમણકક્ષાનું મોડેલ સંપૂર્ણત સરળ અને સર્વથા ચોક્કસ હતું. ઉપલવયી કક્ષા કેપ્લરના પ્રથમ નિયમ તરીકે પ્રસિદ્ધ થઈ.

રસપ્રદ તો એ હતું કે ટાયકોના સહજ પ્રાપ્ત ડેટાએ કેપ્લરની સિદ્ધિમાં મહત્ત્વનો ભાગ ભજવ્યો. આ ડેટાની ચોકસાઈને કારણે કેપ્લરે અધિચક્ર આધારિત મોડેલની ક્ષતિ સ્વીકારી. તેથી તેણે નવા વિકલ્પો શોધ્યા (અને ઉપલવયને પસંદ કર્યો)

હું સોગંદપૂર્વક કહી શકું કે બીજી કોઈ શક્યતા જ નથી !



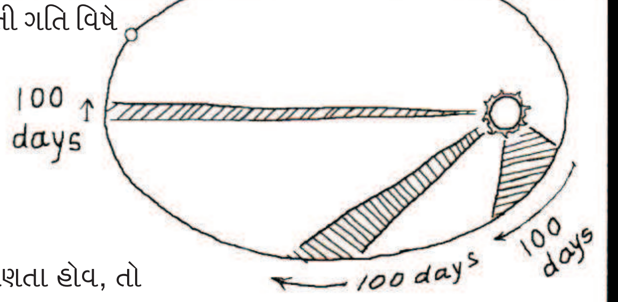
નરી આંખે કરેલા નિરીક્ષણોમાં ટાયકોના ડેટા સર્વશ્રેષ્ઠ હતા. પરંતુ પછીના દાયકાઓમાં ટેલીસ્કોપથી કરવામાં આવેલ નિરીક્ષણોની સરખામણીમાં તે ઘણા ઊણા ઉતરતા હતા.

જો કેપ્લરને ટેલીસ્કોપીય ડેટા મળ્યો હોત, તો તેને ખ્યાલ આવત કે ગ્રહોની કક્ષા સંપૂર્ણ ઉપવલયી પણ નથી. ટાયકોના ડેટા તેને એક નિશ્ચિત તારણ પર પહોંચવા માટે યથાર્થ હતા.

કેપ્લરનો પ્રથમ નિયમ ગ્રહના ગતીમાર્ગ વિષે હતો, જ્યારે બીજો નિયમ તેની બદલાતી ગતિ વિષે હતો.

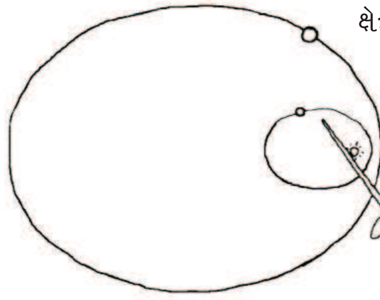
એક કાલ્પનિક રેખા. સૂર્ય અને ગ્રહને જોડતી.
સરખા સમયમાં સરખું ક્ષેત્રફળ આવરે છે.





આ નિયમ અનુસાર જો તમે નિશ્ચિત બિંદુએ ગ્રહની તેની કક્ષામાં ગતિની ઝડપ જાણતા હોવ, તો તમે સરળતાથી બીજા બિંદુઓએ ઝડપ મેળવી શકો.

તેના બે નિયમો જેટલા પ્રભાવક હતાં તેવો જ ત્રીજો નિયમ પણ રસપ્રદ હતો. તો ગ્રહના ભ્રમણસમય અને ભ્રમણ કક્ષાના કદ વચ્ચે એકદમ સરળ સંબંધ દર્શાવતો હતો.



ભ્રમણ સમય T અને S એ જ રીતે સંકળાયેલાં છે, જે રીતે ગોલકનું ક્ષેત્રફળ અને ઘનફળ.

ગણિતિક રીતે

T^2/S^3 = અચળ

ઉદાહરણ તરીકે જો કોઈ ગ્રહની કક્ષા અન્ય ગ્રહની કક્ષા કરતાં ૪ ગણી વિશાળ હોય તો તેને ભ્રમણ પૂરું કરવામાં ૮ ગણો સમય થાય.

કેપ્લરના ઉપલવયી મોડેલ અને પ્રાપ્ત ડેટા વચ્ચે સંપૂર્ણ સામ્ય હતું. ટોલેમીએ અવકાશીય ખોજનો આરંભ કર્યો. કેપ્લરના સિદ્ધાંતે એક યાત્રાનો અંત અને બીજી યાત્રાનો આરંભ કર્યો.

કેપ્લરના નિયમો વિશે ચોકાવનારી બાબત એ હતી કે તે બધા ગ્રહોને એકસરખી રીતે લાગુ પાડી શકતા હતા (ચંદ્રને પણ આવરી લઈને) આ અંગે કશુંક મૂળભૂત તથ્ય હતું. કેપ્લરના નિયમો માત્ર ગ્રહોની ગતિનું જ વર્ણન નહોતા કરતા પરંતુ આ નિયમો તો ગ્રહોની ગતિનું હાર્દ રજૂ કરતાં હતાં. કેપ્લરના નિયમોનો ઊંડો અભ્યાસ બ્રહ્માંડની યાંત્રીકી ઉપર પ્રકાશ પાડનારી બની શકે ?

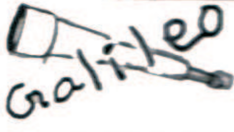
ચોક્કસ રીતે આમ જ થયું. કેપ્લરના નિયમો, ગેલીલિયોનું ટેલિસ્કોપ અને ન્યુટનના ગાણિતિક સમીકરણોએ સાથે મળીને અવકાશીય ભૌતિક વિજ્ઞાનનો નવો યુગ શરૂ કર્યો. ખગોળશાસ્ત્રના ઈતિહાસમાં ૧૭મી સદી કદાચ સહુથી વિશેષ ઉત્તેજક સમયગાળો હતી.

બહુ શરૂઆતથી જ કેપ્લર કોપરનીકસના વિચારોનો જબરદસ્ત પક્ષકાર હતો. પરંતુ તેની ઉપલવયી કક્ષાએ સૂર્યકેન્દ્રી ખ્યાલને સજીવન કરવામાં કંઈ ફાળો ન આપ્યો. ટાયકોએ જેવું કોપરનીકસના સિદ્ધાંતો વિષે કર્યું તેવું કેપ્લરના સિદ્ધાંતો વિષે પણ થઈ શકે. સૂર્ય (તેના ગ્રહ-સમૂહ સાથે) પૃથ્વી ફરતે ફરે છે, તે તો ઉપલવયી કક્ષા સાથે પણ ગોઠવાતું હતું. સદ્‌ભાગ્યે, ચંદ્ર કેપ્લરના ત્રીજા નિયમ પ્રમાણે ચાલતો ન હતો. કેપ્લરે એવી સમજૂતી આપી કે તે અન્ય ગ્રહોની માફક સૂર્યની આસપાસ નથી ફરતો અને તેથી ગ્રહો જેવું વર્તન નથી કરતો પરંતુ જો ટાઈકોનું ચિત્ર સાચું હોય તો સૂર્ય (જે પૃથ્વીની આસપાસ ફરે છે) તે ચંદ્રથી જુદૂં અને તેની આસપાસ ફરતા ગ્રહો જેવું વર્તન શા માટે કરે છે? આ કેપ્લર માટે મજબૂત મુદ્દો હતો.

પરંતુ ગેલીલિયોના અથાક પ્રયત્નો અને ત્યાર બાદ ન્યુટનના ભૌતિકશાસ્ત્રનાં સિધ્ધાંતોના આવિર્ભાવથી પૃથ્વીકેન્દ્રી સિદ્ધાંતો હંમેશ માટે જંપી ગયા.

આ બધાં છતાં, કેપ્લરનું ઉપલવયી ખગોળશાસ્ત્ર જ ખરા ખગોળશાસ્ત્ર તરીકે માન્ય થયું અને તેણે ભૂતકાળના બીજા બધા જ સિદ્ધાંતો પર પડદો પાડી દીધો.

લોકપ્રિય માન્યતાની વિરુદ્ધ. ગેલીલિયોએ દૂરબીનની શોધ નહોતી કરી.





એ તો જેમ કોપરનિકસેનું નામ સૂર્યકેન્દ્રી સિદ્ધાંત સાથે જોડાયું જે વિચાર લગભગ ૧૦૦૦ વર્ષો પહેલાં પ્રચલિત થયેલો. પરંતુ સૌ પ્રથમ વિસ્તાર પૂર્વક આ સિદ્ધાંત વિશે કામ કરવાનું શ્રેય કોપરનિકસેને ગયું.

જ્યારે ગેલીલિયોને નવા સાધનથી દૂરનો પદાર્થ સાવ નજીક દેખાવાનો અણસાર આવ્યો ત્યારે તેણે જરાય સમય ન બગાડયો.

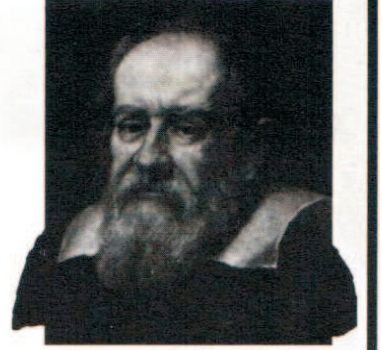


એજ રીતે ખગોળશાસ્ત્રમાં ટેલિસ્કોપ (દૂરબીન) ના ઉપયોગના નિષ્ણાતીકરણનો શ્રેય ગેલીલિયોને ગયો.

તેના વડે તેણે અનેક અવકાશીય ઘટનાઓ પ્રથમ જોઈ, જે અગાઉ કોઈએ જોઈ નહોતી.

ગેલેલિયો અને તેના દૂરબીને નિરીક્ષિત ખગોળશાસ્ત્રમાં સમૂળગું પરિવર્તન કર્યું.

ગેલીલિયો ગેલીલી ૧૫૬૪-૧૬૪૨



ઈટાલીમાં જન્મ તેણે ખગોળશાસ્ત્રમાં ટેલિસ્કોપના ઉપયોગનો આરંભ કર્યો. નરી આંખે ન દેખાતા કેટલાયે પદાર્થોની તેણે શોધ કરી. અગાઉ કદી કોઈએ ન જોયા હોય તેવા પદાર્થો તેણે જોયા. કોપરનિકસેનો સૂર્યકેન્દ્રી વિશ્વનો દૃષ્ટિકોણ તેણે પુનઃ જીવિત કર્યો. તેણે ગાણિતિક પ્રયોગોની શરૂઆત કરી. તેણે ગતિનો પણ પદ્ધતિસરનો અભ્યાસ કર્યો.
તે આધુનિક યુગના અવલોકન આધારિત ખગોળશાસ્ત્રના પ્રણેતા, આધુનિક ભૌતિક વિજ્ઞાન અને વિજ્ઞાનના જનક કહેવાયા. ગેલીલિયોનો સિદ્ધાંત સ્થાપિત એવા ચર્ચના વિતંડાવાદની વિરુદ્ધ હતો. પરિણામે તેના જીવનના અંતિમ વર્ષો તેને નજરબંધીમાં રાખવામાં આવેલા.

આ નવી શોધનો તેણે ઘરમાં અભ્યાસ કર્યો અને ઘણાંય સુધારા વધારા કર્યા.



અને અવકાશનું અવલોકન કરવાનું શરૂ કર્યું.

ખગોળશાસ્ત્રને દૂરબીનની શોધે એક નવા આયામ પર મુક્યું.





દૂરબીને બે વસ્તુઓને પરિપૂર્તિ કરી. એક તો...



બીજું, કે દૂરબીન (ટેલીસ્કોપ) ની ક્ષમતા ઘણી જ ગર્ભિત માહિતી આપવાની હતી.



કેપ્લરના પરિણામોએ ખગોળશાસ્ત્ર ના સિદ્ધાંતો માટે જે કાર્ય કરેલું. તેવું જ કાર્ય ગેલીલિયોના દૂરબીને અવલોકન આધારિત ખગોળશાસ્ત્ર માટે કર્યું.

ગેલીલિયોએ સૌપ્રથમ આકાશમાં અગણિત તારાઓ, (જે નરી આંખે ન જોઈ શકાય તેટલા ઝાંખા હતા)ની શોધ કરી.



ટેલિસ્કોપના કારણે ગ્રહો થોડા મોટા દેખાતા. જ્યારે તારાઓ વધુ પ્રકાશિત દેખાતાં, પરંતુ હજુ તેમનું સ્વરૂપ તો એક ટપકા જેવું જ દેખાતું.

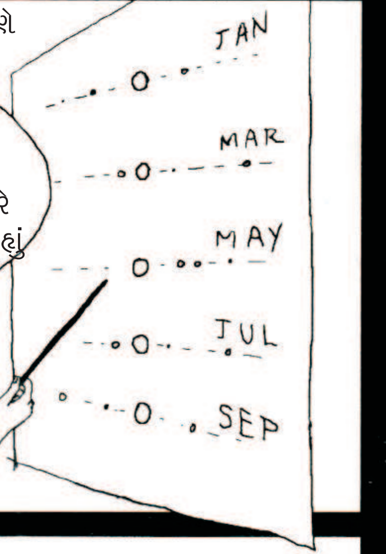


ગેલીલિયો પણ તેના સમકાલીન કેપ્લરની માફક કોપરનિકસેના દ્દષ્ટિકોણનો ઉત્સાહી સમર્થક હતો. તેની દૂરબીન સહાયિત શોધોએ સૂર્યકેન્દ્રી સિદ્ધાંતોને ઉજાગર કરવામાં મદદ કરી.

તેની સૌથી ઉત્તેજક શોધ ગુરુના ચંદ્ર શોધવાની હતી. ગુરુની ફરતે ત્રણ તારાઓ જેવું શું દેખાય છે તે શોધવા તેણે મહિનાઓ સુધી નીરીક્ષણ કર્યુ.

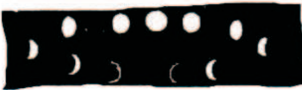






ચોક્કસ, પૃથ્વી વિશે તો કંઈ વિશિષ્ટ હતું નહી. તેને તો ફક્ત એક ચંદ્ર હતો. ગુરુને ઘણા બધાં હતા. અને આ ઘટનાએ કોપરનિકસેની પરિકલ્પના ને વધારે સમર્થન આપ્યું.

ગેલીલિયોએ બીજી પણ ઘણી રસપ્રદ વસ્તુઓ જોઈ
શુક્રને પણ ચંદ્ર જેવી કળાઓ જોઈ.



શનિને પણ વલયો છે. ક્યારેક દશ્ય, ક્યારેક અદશ્ય.

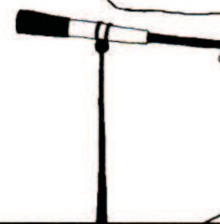


ચંદ્ર કંઈ સુંવાળો ગોળો નથી. તેની સપાટી તો ખાડાટેકરાવાળી અને ડાઘાવાળી છે.





ગેલિલીયોની અદ્‌ભુત શોધોને કારણે અર્ધ-જાગૃત ખગોળશાસ્ત્રીઓ સક્રિય થયા. તેઓને પણ બ્રહ્માંડને ખોળવાની ઈચ્છા થઈ.



ટેલિસ્કોપ લોકપ્રિય બનતું ગયું. અને તે નિરીક્ષણ આધારિત ખગોળશાસ્ત્ર માટે અનિવાર્ય બની ગયું. સદીઓ સુધી આ સાધનમાં ક્રાંતિકારી ફેરફાર થતા રહ્યા પરંતુ હજુ તેનો દબદબો ગેલીલિયોના સમય જેવો જ છે.



માત્ર શુદ્ધ ભૂમિતિ આધારિત ગ્રહીય ગતિની સમજ સૂર્યકેન્દ્રી સિદ્ધાંતને સાબિત ન કરી શકી ગેલીલિયોએ ગતિશાસ્ત્રનો પદ્ધતિસરનો અભ્યાસ હાથ ધર્યો.



તેણે પ્રયોગ હાથ ધર્યો.



અને તેણે પોતાના તારણો નીપજાવ્યાં.

નિયમિત ગતિ એ પદાર્થોની સાહજિક અવસ્થા છે. કોઈ બાહ્ય પદાર્થ (કે બળ) પદાર્થની નિયમિત ગતિ માટે આવશ્યક નથી.

નિયમિત ગતિમાં સ્થિર સ્થિતિ એ માત્ર એક વિશિષ્ટ અવસ્થા છે. જડત્વ પદાર્થની સ્થિર અવસ્થા અને ગતિમાન અવસ્થા માટે જવાબદાર છે અને તેને તેની આપમેળે અટકાવતો રોકે છે.

તેના વિચારો ઘણાં ક્રાંતિકારી હતા.

ગતિમાં અચાનક ફેરફાર (જેમ કે ગતિ કરતાં પદાર્થને અટકાવવો અને સ્થિર પદાર્થને ગતિમાં લાવવો) માટે બાહ્યબળ જરૂરી છે.

જો તમે અતિશય વેગથી પણ નિયમિત ગતિ કરતા હો તો તમને તેનો અનુભવ થતો નથી. પરંતુ ગતિમાં ત્વરિત ફેરફારનો અનુભવ તરત જ થાય છે.

અને આ તો લિફ્ટનો ઉપયોગ કરનાર કોઈ પણ સરળતાથી ચકાસી શકે



ગેલીલિયોના ગતિશાસ્ત્રના સિદ્ધાંતોએ કોપર નિક્સના મોડેલને પુનઃ સ્થાપિત કરવા ખૂબ મદદ કરી.

ગેલીલિયો બુદ્ધિગમ્ય વાત કરે છે.

હા.... અને જો ગેલીલિયો સાચો હોય તો કોપરનિકસે પણ સાચો ઠરે.

ગેલીલિયોના ગતિવિષયક ખ્યાલોએ વિકસતા ભૌતિક વિજ્ઞાનના પાયા તરીકે કાર્ય કર્યું.

પ્રવેગ એ લાગુ પાડેલ બળના પ્રમાણમાં હોય છે.

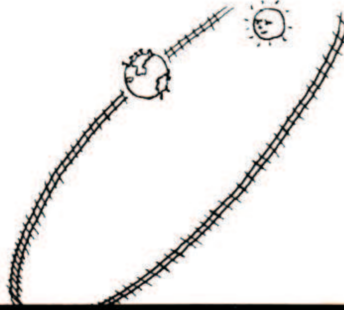
ગુરુત્વાકર્ષણને પ્રવેગથી અળગું કરી શકાય તેમ નથી.

તેના સિદ્ધાંતો આમૂલાગ્ર પરિવર્તન કરનારા અને પ્રવર્તમાન ખ્યાલો (ખાસ કરીને પવિત્ર પુસ્તકમાંના) ની વિરુદ્ધ હતા. તેથી ચર્ચે આ વિચારોને ધમકી તરીકે લીધા

ગેલીલિયોને કેદમાં ધકેલવામાં આવ્યો. તેના લખાણો પર પ્રતિબંધ લદાયો. તેના જીવનના છેલ્લાં વર્ષો તેણે નજરકેદમાં વીતાવ્યાં.

ચર્ચે ગેલીલિયો અને વિજ્ઞાનની ઘટનાઓને સમજવામાં ૪૦૦ વર્ષ લીધાં. ઈ.સ.૧૯૯૨ માં પોપ જ્હોન પોલ બીજાએ ગેલીલિયો સાથે થયેલ અમાનવીય વર્તનની માફી માગી. તેમણે જાહેરમાં સ્વીકાર્યું કે પૃથ્વી સ્થિર નથી.

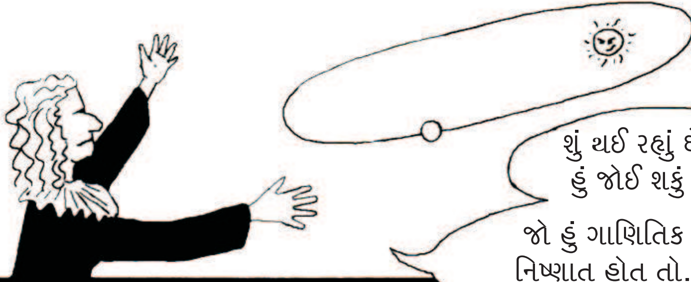
કેપ્લરે ખગોળશાસ્ત્રીઓને ગ્રહોની ગતિને અવકાશીય વિજ્ઞાન તરીકે જોવાની વિનંતી કરી. ગેલીલિયો ગતિના કેટલાક મૂળભૂત સિદ્ધાંતો પર પહોંચ્યો. પરંતુ ગ્રહોની કક્ષાઓ બાબતે કોઈ પાસે સાચો ઉકેલ નહોતો.



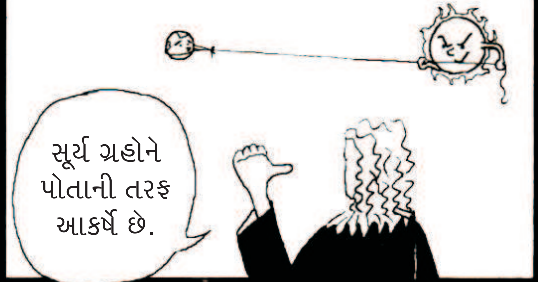
રોબર્ટ હૂકે સૌપ્રથમ સાચા ઉકેલ સાથે સમજાવતો દૃષ્ટિકોણ રજૂ કર્યો.



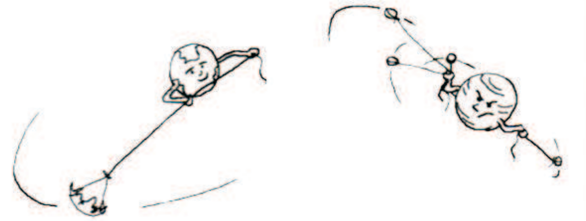
હૂકે ઊંડી આંતરસૂઝનું પ્રદર્શન કર્યું, પરંતુ તેને વૈજ્ઞાનિક રીતે રજૂ કરવા જરૂરી ગણિતીય સમજનો તેનામાં અભાવ હતો.



હૂકે સૌ પ્રથમ ગુરુત્વાકર્ષણને ઓળખી બતાવ્યું.



અને અવકાશીય યંત્રશાસ્ત્રમાં ગુરુત્વની ભૂમિકા તેણે રજૂ કરી.



હૂકે તો એમ પણ કહ્યું કે આ ગુરુત્ત્વાકર્ષણ બળ દૂરના પદાર્થો કરતાં નજીકના પદાર્થો પર વધારે લાગે છે. તેથી સૂર્યની નજીક ના ગ્રહો વિશાળ કક્ષાઓ વાળા ગ્રહો કરતાં વધારે ઝડપથી ગતિ કરે છે.

હૂકના વિચારો ખરેખર સ્પર્શી જનારા હતા. જો કે તેને કોઈ ગાણિતિક આધાર નહોતો. સદ્‌નસીબે ન્યુટન નામનો ગણિતજ્ઞ પણ આ જ દિશામાં વિચારતો હતો. તેણે સંપૂર્ણ રીતે વૈજ્ઞાનિક આધારો સાથેના સિદ્ધાંતો રજૂ કર્યા. અને અવકાશીય ભૌતિક વિજ્ઞાન વિશેના તારણો રજૂ કર્યા.

ગેલીલિયો અને રોબર્ટ હૂકનો ફાળો સાચે જ નોંધનીય અને આશા જનક હતો. પરંતુ તેમણે અવકાશીય યંત્રશાસ્ત્ર વિશેની સમજણ રચી નહોતી. કેપ્લરની શોધો દ્વારા આરંભાયેલી જ્વાળા ગુણાત્મક સમજોથી શાંત થઈ શકવાની નહોતી. કેપ્લરના નિયમોને ગાણિતિક ચોકસાઈથો રજૂ કરવાની અત્યંત પ્રબળ આવશ્યકતા હતી.

અને આ શ્રેય આઈઝેક ન્યુટનને જાય છે. તેણે સૂક્ષ્મ ઊંડાણો પર કામ કર્યું. એટલું જ નહીં પરંતુ જરૂરિયાત અનુસારના ગણિતની પણ શોધ કરી.

હૂકે આંતરસૂઝની અનુભવ્યું કે જો કોઈ સૂર્યથી ઘણે દૂર જાય તો તેનું ગુરુત્વાકર્ષણબળ ઘટતું જાય છે. પરંતુ સૂર્ય અને ગ્રહોના અંતર અને. ગુરુત્વાકર્ષણ બળ વચ્ચે શું સંબંધ છે, તે એક રહસ્ય જ હતું.

ગુરુત્વાકર્ષણ પણ વ્યસ્ત વર્ગનો સિદ્ધાંત અનુસરે છે તે અંતે શોધી શકાયું. આ નિયમ અનુસાર ગુરુત્વાકર્ષણ બળ અંતરના વર્ગના પ્રમાણમાં ઘટે છે.



મૂળ સવાલ હતો કે શું ગુરુત્વાકર્ષણના વ્યસ્ત વર્ગના નિયમે શું ઉપલવચી ભ્રમણકક્ષા તરફ દોર્યા હશે ?



વ્યસ્ત વર્ગનો સિદ્ધાંત સમજવા માટે અઘરો નહોતો. હકીકતમાં તો તે સરળતાથી સમજી શકાય એવો સહજ અને કુદરતી હતો.



રોબર્ટ હૂકે દાવો કર્યો કે અંતરનો વર્ગના વ્યસ્તનો ગુરુત્વાકર્ષણનો નિયમ ઉપલવચી કક્ષાઓને આકાર આપે છે. પરંતુ તેણે કોઈ સાબિતી આપવાનો ઈન્કાર કર્યો.



અંતે રોબર્ટ હૂક ચર્ચા કરવા માટે આઈઝેક ન્યુટન પાસે ગયો. ત્યાં સુધીમાં ન્યુટન ઘણો નામાંકિત અને સ્થાપિત ગણિતજ્ઞ બની ચૂક્યો હતો. કમનસીબે આ મુલાકાત એક સંઘર્ષમાં પરિણામી.





ન્યુટનને આ જરાય ગમ્યું નહી. તે ફરીથી કોચલામાં ભરાઈ ગયો પરંતુ માત્ર પરિસ્થિતિનો વિશેષ ઊંડાણભર્યો અભ્યાસ હાથ ધરવા.



હૂક સાથેની મિટીંગ બાદ ન્યુટને ગુરુત્ત્વાકર્ષણના સિદ્ધાંત પર કામ કર્યું. પરંતુ તેણે પરિણામો પોતાની પાસે જ રાખ્યાં.



સદ્‌ભાગ્યે, આ જ સમયગાળા દરમ્યાન રોયલ સોસાયટીનો એક યુવાન સભ્ય - એડમન્ડ હેલી પણ આ અવકાશીય યાંત્રિકીના ભૌતિક સિદ્ધાંતોમાં ઊંડો રસ લેતો હતો.

આઈઝેક ન્યુટન
૧૬૪૩ - ૧૭૨૭



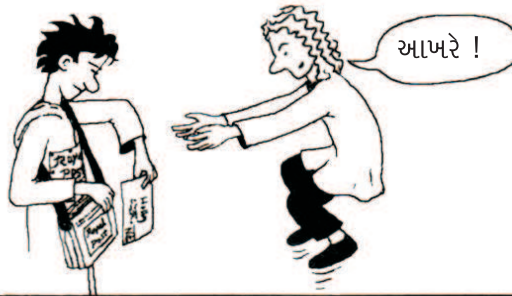
ઈંગ્લેંડમાં જન્મ. તેણે વિજ્ઞાનના વિશ્વને તેની કેલ્ક્યુલસની શોધ દ્વારા મહાન ફાળો આપ્યો. (કેલ્કયુલસની શોધનો દાવો લીબ્નીઝ સાથે પણ સહભાગી થયો. અને તે કદી સ્થાપિત ન થનાર વિવાદમાં પરિણમ્યો.) તેણે ભૌતિકવિજ્ઞાનને નક્કર અને પરિપક્વ આકાર આપતા ગતિશાસ્ત્રની શોધ કરી. તેના કેલ્કયુલસ અને ગતિશાસ્ત્રના ઉપયોજન દ્વારા તેણે ખગોળશાસ્ત્રના પ્રથમ ભૌતિક સિદ્ધાંત પર કામ કર્યું. તેણે પ્રકાશની ખાસિયત વિશે પણ અભ્યાસ કર્યો. તેણે પરાવર્તનીય દૂરબીનની શોધ કરી. (તે ન્યુટનના ટેલિસ્કોપ તરીકે પણ જાણીતું છે.)

હૂકના કોઈ ગાણિતિક ઊંડાણ વિનાના આધારોથી નિરાશ થઈને, તેના વિચારોના સમર્થન માટે હેલી ન્યુટન પાસે ગયો.



આ મીટીંગ ખરેખર પરિણામલક્ષી હતી. થોડા સમય બાદ ન્યુટને હેલીને પોતાના ગાણિતિક સિદ્ધાંતો આધારિત એક નાનકડો લેખ મોકલ્યો.

હેલીની ઉત્તજના અનહદ હતી.



ન્યુટનના નાનકડા લેખમાં હેલીની અપેક્ષા બહારના પરિણામો સમાવિષ્ટ હતા. અંતરના વર્ગના વ્યસ્ત પ્રમાણના ગુરુત્ત્વાકર્ષણની સિદ્ધાંતની ધારણા સાથે ન્યુટને દર્શાવ્યું હતું કે ગ્રહોની કક્ષા ઉપલવય હશે (કેપ્લરનો પ્રથમ નિયમ) અને તેની ઝડપ કેપ્લરના બીજા નિયમ અનુસાર ચલિત થતી રહેશે અને કક્ષીય ગતિનો સમય કેપ્લરના ત્રીજા નિયમને રજૂ કરતો હતો.

ન્યુટનના પરિણામોએ બે હજાર વર્ષોથી ચાલી આવતાં ખ્યાલોનો અંત આણ્યો. બ્રહ્માંડનું સાચું ચિત્ર સ્પષ્ટ થવાનો આરંભ થઈ ચૂક્યો હતો.

આકાશી પદાર્થોની ગતિને સમજાવી શકતા નિયમોનો એક સાદો સમૂહ હતો.



ન્યુટનના કાર્યની સબળતા જોઈ હેલીએ તેને તેના સિદ્ધાંત પ્રકાશિત કરવા માટે સમજાવ્યો.

ન્યૂટન સંપૂર્ણતાવાદી હતો. તે અધકચરા સિધ્ધાંતો પ્રકાશિત કરી વિવેચના અને હાંસીને પાત્ર થવા કરતા પ્રકાશિત ન કરવાનું પસંદ કરતો.



ઘણી સમજાવટ પછી તેણે નમતું નોખ્યું અને તેના સિધ્ધાંતોને પ્રકાશન માટે લખવા તૈયાર થયો.



પછીના ત્રણ વર્ષ ન્યૂટને તેના પર સખત કામ કર્યું. છેવટે તે તેની સર્વોત્તમ કૃતિ સાથે બહાર આવ્યો. આવતા બસો વર્ષ સુધી તેના સિધ્ધાંતો ભૌતિકશાસ્ત્રના બાઈબલ તરીકે સ્થાપિત થવાના હતા.

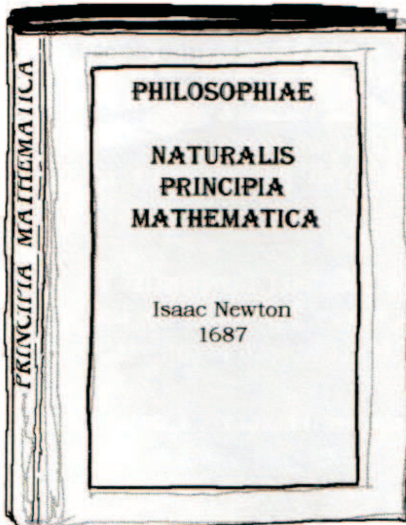


તે ત્રણ વર્ષો દરમિયાન ન્યૂટને તેના નવ પાનાનાં લેખને ગ્રંથાકારે વિસ્તૃત કર્યો અને તેને

PHILOSOPHIAE NATRUALIS PRINCIPIA MATHEMATIC

અથવા

"પ્રકૃતિક તત્ત્વજ્ઞાનના ગણિતિય સિદ્ધાંતો" પ્રભાવિત શીર્ષકથી પ્રકાશિત કર્યો.



ત્રણ ખંડમાં વિસ્તરેલો આ ગ્રંથ ટૂંકા નામ PRINCIPIA MATHEMATICA અથવા માત્ર PRINCIPIA થી જાણીતો થયો.

થોડા સમયમાં જ PRINCIPIA નિર્વિવાદિત સત્ય તરીકે પ્રસ્થાપિત થયો અને તેનો કર્તા જાણે કે દંતકથાનું પાત્ર !



PRINCIPIA એ ત્રણ બાબત કરી:

(a) પદાર્થની ગતિનું નિયંત્રણ કરતા સિદ્ધાંતો રજૂ કર્યા.

(b) બ્રહ્માંડમાં દરેક પદાર્થ અન્ય પદાર્થને કઈ રીતે આકર્ષે છે તેનું સચોટ વર્ણન આપ્યું, અને

(C) આ બંને એકત્ર કરી ગ્રહો શા માટે અમુક જ રીતે ગતિ કરે છે તેની સમજૂતી આપી.

પ્રથમ બે અત્યંત તેજસ્વી છતાં સુગમ હતા. ગ્રહોની ગતિની સચોટ સમજૂતી ખૂબ જ જટિલ ગણિતીય કાર્ય હતું. ન્યૂટને આ (મહાભારત કાર્ય) નો પ્રારંભ કર્યો.

આરંભથી જ હેલીએ ન્યૂટનના કામમાં ઊંડો રસ લીધો હતો. હકીકતમાં પ્રીન્સીપીઆનાં પ્રકાશનના ખર્ચ માટે હેલીએ જ પોતાનું અંગત ભંડોળ વાપર્યુ હતું.

ન્યૂટનના સિધ્ધાંતોને લોકપ્રિય બનાવવામાં હેલીએ મહત્વની ભૂમિકા ભજવી આના કારણે તેને ઘણી ખ્યાતિ મળી.



હેલીને ન્યૂટનમાં દૃઢ વિશ્વાસ હતો. તેણે આ હકીકતને ચકાસવાનું નક્કી કર્યુ.



તેણે ઈતિહાસિક માહિતીનો ડુંગર ખોદી કાઢયો. ખાત્રી પૂર્વક, તે એક ધૂમકેતુના દેખાવાની નિયતકાલીન શ્રેણી શોધી શક્યો.



હેલીની આગાહી મુજબ ૧૭૫૮ માં એક ધૂમકેતુ દેખાયો, તે ખરેખર એક ઐતિહાસિક ઘટના હતી. જો કે દુઃખદ બાબત છે કે હેલી તો તેના બે દાયકા પહેલા અવસાન પામેલો.



હેલીની આગાહી મુજબ હેલીનો ધૂમકેતુ લગભગ દર ૭૬ વર્ષે સૂર્યની મુલાકાત લે છે. આજે પણ હેલીનો ધૂમકેતુ વિશ્વનું ધ્યાન ખેંચે છે. તેનું પુનઃ દર્શન લોકોના ટોળાને આકર્ષે છે.

૨૦૬૧ ના કોઈક સમયગાળામાં હેલી આગાહી મુજબ મુલાકાત લેશે. તેને નિહાળવા તૈયાર રહેજો.

પ્રિન્સીપીઆમાં રજૂ થયેલા ગતિનાં નિયમો માત્ર અવકાશી પદાર્થો પૂરતા સીમિત ન હતા. તે બધા જ પદાર્થોને લાગુ પાડી શકાતા.

તમે એમ કહો છો કે જો જમીન મને ધક્કો ન મારે તો હું ચાલી ન શકું ?

બરફ પર ચાલવાનો પ્રયત્ન કરી જો પછી તમને સમજાઈ જશે કે હું શું કહેવા ઈચ્છું છું.

તરત જ વિજ્ઞાનીઓએ તેમના ધ્યાનમાં આવતી બધી જ સંભવિત ભૌતિક ઘટનાઓને ન્યૂટનના ગતિના નિયમો લાગુ પાડવાનું શરૂ કરી દીધું.



તેમણે સાનંદ નોંધ્યું કે તેમણે જે કંઈ ચકાસ્યું તે સઘળું પ્રિન્સીપીઆમાં વર્ણવેલા માળખામાં બંધ બેસતું હતું.

આ (બાબતે) જ્ઞાન - ધોધનાં દ્વાર ખોલી નાંખ્યા.



ન્યૂટોનીયન ભૌતિકશાસ્ત્રના છત્રમાં વિજ્ઞાન અને ટેકનોલોજી વિકસ્યાં

ન્યૂટોનીયન ભૌતિકશાસ્ત્રે બસો વર્ષ સુધી બધાં ભૌતિક વિજ્ઞાનો અને ઈજનેરી શાખા પર શાસન કર્યું. ન્યૂટને જાણે કે પ્રકૃતિનાં રહસ્યો અનાચ્છાદિત કર્યાં. લોકોએ વૈજ્ઞાનિક શોધમાં શ્રધ્ધા વ્યક્ત કરવાનું શરૂ કર્યું. હવે વિજ્ઞાન અને ટેકનોલોજી વિકાસના એન્જીનની તાકાત બન્યો.

કેટલાંક લોકોએ સૌરમંડળમાં આશ્ચર્યકારક ખાલીપણું જોયું. બે આંતરગ્રહો અને ચાર બાહ્યગ્રહો વચ્ચે વિશાળ અંતરાલ હતો. આ વિસંગતિ કઈ રીતે સમજાવી શકાય ?

શક્ય છે કે ગુરૂની કક્ષાની અંદર કોઈ નાનો ગ્રહ હોય, જે દૂરબીનમાંથી છટકી ગયો હોય.

સર્જનહાર શાણો છે. બાહ્યગ્રહો એટલા મોટા છે કે જો નજીકમાં કોઈ નાનો ગ્રહ હોય તો તેઓ તેની કક્ષાને સરળતાથી વિચલીત કરી શકે.

કેટલાક લોકોએ વિચાર્યું કે ગ્રહોની કક્ષાનું કદ એક ચોક્કસ શ્રેણી અનુસરે છે.

જો તમે પૃથ્વીની કક્ષાના 1/10 ભાગને માપન એકમ તરીકે લો, તો ગ્રહોની કક્ષાનું કદ અંદાજી રીતે પૂર્ણાંક સંખ્યા મળે. ચડતા ક્રમમાં તે ૪,૭,૧૦,૧૬,૫૨ અને ૧૦૦ છે.

કેવું રસપ્રદ ! અને તમે દરેક પૂર્ણાંકમાંથી ક્રમિક રીતે ૪ બાદ કરી અને ૩ વડે ભાગો તો તમને નવી શ્રેણી ૦,૧,૨,૪,૧૬,૩૨ મળે.

આવી અદ્‌ભૂત સરળ શ્રેણી ભાગ્યે જ યોગાનું યોગ હોઈ શકે. ખગોળશાસ્ત્રીઓની દ્દઢ માન્યતા હતી કે આ શ્રેણી ગ્રહની કક્ષાના માપ અનુસાર નિયમબદ્ધ હતી, સિવાય કે ૮ ની સંખ્યા ચૂકાઈ જતી હતી.

‘ચૂકાઈ ગયેલી સંખ્યા’ એટલે તમે શું કહેવા માંગો છો? આપણે હજુ ગ્રહ જોયો નથી એટલું જ. આ માત્ર સમયની વાત છે.

ખરેખર, પ્રશ્ન એટલો જ છે કે કોણ તેને પહેલા શોધે છે.

૧૭૮૧ માં વિલીયમ હર્ષલ નામના શોખીન ખગોળશાસ્ત્રીએ એક નવા ગ્રહની શોધ કરી. તેને યુરેનસ નામ આપવામાં આવ્યું. રસપ્રદ રીતે, તેની કક્ષા ગુરુની કક્ષાની અંદર ન હતી કે જ્યાં ચૂકાઈ ગયેલા ગ્રહની શોધ હતી. પરંતુ છેક શનીની કક્ષાની બહાર હતી.

જો તે ચૂકાઈ ગયેલો ગ્રહ ન હોય તો ? શું (ફાયદો)

પણ જો ! તે હજુએ શ્રેણીમાં જ છે, તે શનીની પછી છે, સંખ્યા ૬૪ ને અનુરૂપ !

નવા શોધાયેલા ગ્રહ યુરેનસની કક્ષાનું માપ નિયમ મુજબ હતું તે બાબત ઘણી પ્રોત્સાહક હતી. આના કારણે સંખ્યા ૮ ને અનુરૂપ ચૂકાઈ ગયેલ ગ્રહની શોધમાં વધારે તીવ્રતા આવી.

૧૮૦૧ માં જીયુસેપી પિઆઝી (Giuseppe Piazzi) નામના ઈટાલિયન ખગોળશાસ્ત્રીએ ચૂકાઈ ગયેલા ગ્રહના વિસ્તારમાં ફરતો એક નાનકડો પદાર્થ અવલોક્યો. પછીનાં થોડાં વર્ષોમાં ત્રણ બીજા નાના પદાર્થો પણ તે જ વિસ્તારમા શોધાયા.

મને લાગે છે કે આ ચૂકાઈ ગયેલા ગ્રહના ટુકડાઓ છે, જે કોઈક અવકાશી અકસ્માતે તૂટી ગયો હોય.

તો પછી તે ગ્રહના બીજા ટુકડાઓ પણ હોઈ શકે. આપણે તેને લઘુગ્રહો (Asteroids) કહીશું.

૧૮૯૧ સુધીમાં ૩૦૦ જેટલા લઘુગ્રહો શોધી શકાયા. તે બધા ૮માં ક્રમના ચૂકાઈ ગયેલા ગ્રહના વિસ્તારમાં સૂર્યની આસપાસ ભ્રમણ કરતા હતા.

આજે પણ લઘુગ્રહો કેવી રીતે ઉદ્‌ભવ્યા તે કોઈ જાણતું નથી. વ્યાપક રીતે સ્વીકૃત સિદ્ધાંત અનુસાર ગુરૂના જબરદસ્ત આકર્ષણે આ બધા ટુકડાઓને ગ્રહ બનતા અટકાવ્યા હોય.

યુરેનસની ગતિ કોયડા રૂપ હતી.



ખરે જ, સૂર્યમંડળના છેવાડે ન્યુટનનો સિદ્ધાંત કારગર હોવા વિષે પ્રશ્ન ઉઠાવી શકાય, અથવા...



૧૮૪૦ માં બે મેધાવી ગણિતજ્ઞો જ્હોન કોચ એડમ્સ અને અર્બેઈન વેરીયરે સ્વતંત્ર રીતે કામ કરવાનું શરૂ કર્યું.



ન્યૂટનનો સિદ્ધાંત સાચો જ છે તેવી ધારણા હેઠળ એ બંને ગણિતજ્ઞો એ ગણતરી કરી અને એક નિશ્ચિત તારણ પર આવ્યા.



૧૮૪૬ માં ગણિતજ્ઞોએ આગાહી કરેલ તે જ સ્થાન પર કક્ષા આલેખતા એક ગ્રહનું અવલોકન થયું.



નેપ્ચ્યુન (નવો શોધાયેલ ગ્રહ) ની શોધ ન્યુટોનીયન ભૌતિકશાસ્ત્રની સર્વોચ્ચ સિદ્ધિ હતી.



નેપ્ચ્યુનની આગાહી અને શોધ અત્યંત નાટયાત્મક હોવા છતાં, તેના અસ્તિત્વથી યુરેનસની પથચ્યુતતા પૂરેપૂરી ન જાણી શકાઈ. એક નાની વિસંગતિ, જે સમજાવી નહોતી શકાઈ તે હજુ એક નહિ અવલોકાયેલા ગ્રહને કારણે હશે તમે ધારવામાં આવ્યું. સ્વાભાવિક રીતે જ ખગોળશાસ્ત્રીઓએ સૂર્યમંડળમાં નવમા ગ્રહના સ્થાનની આગાહી કરવા પ્રયત્ન કર્યો. ઈ.સ.૧૯૩૦ માં એક નાનકડો પદાર્થ (આપણા ચંદ્રના પાંચમાં ભાગ જેવડો) આગાહી કરેલ સ્થાન પર જોવામાં આવ્યો. તેને પ્લુટો નામ આપવામાં આવ્યું.

આજે આપણે જાણીએ છીએ કે યુરેનસના પાથમાં ચ્યુતતા લાવવા માટે પ્લુટો અત્યંત નાનો છે. યુરેનસના આગાહી કરેલ અને નિરીક્ષણ પથ વચ્ચેની વિસંગતતા નેપ્ચ્યુનના દળના ક્ષતિયુક્ત અંદાજને કારણે હતી. આશ્ચર્યજનક યોગાનુયોગે, ક્ષતિયુક્ત ગણતરીથી કરેલ આગાહીવાળા સ્થાન પર પ્લુટો મળી આવ્યો.

ઈ.સ. ૨૦૦૬ થી પ્લુટોને ગ્રહ ગણવામાં આવતો નથી, પરંતુ નેપ્ચ્યુનને પાર સૂર્યનું પરિભ્રમણ કરતા અનેક વામનગ્રહો પૈકીનો એક ગણવામાં આવે છે.

ન્યુટનનું ભૌતિક વિજ્ઞાન ૨૦૦ વર્ષ સુધી ભરપૂર વિકસ્યું.

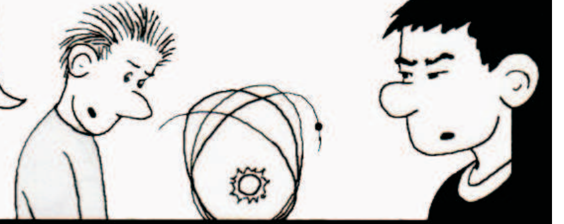
ટોલેમીના ૧૫૦૦ વર્ષ સુધીના સર્વોપરિતા સરખામણીમાં તો આ કંઈ જ નહોતું. પરંતુ ન્યૂટનના સિદ્ધાંતે માનવ જાતમાં જાણીતી બધી ભૌતિક ઘટનાઓને આવરી લીધી.



નેપ્ચ્યૂનની શોધ બાદ અન્ય એક અસામાન્ય ઘટનાએ ખગાશાસ્ત્રીઓનું ધ્યાન ખેંચ્યું, અને તે હતું બુધની કક્ષા.

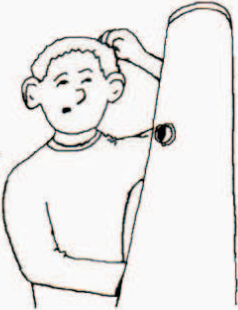
જુઓ, બુધની કક્ષા કેવી રીતે ફરતી રહે છે ? આ ઘટના અન્ય જાણીતા ગ્રહોના સંયુક્ત આકર્ષણથી સમજાવી ન શકાય.

તમે એવું સૂચવવા માગો છો કે હજુ અન્ય કોઈ ગ્રહ નેપ્ચ્યૂનની જેમ વણશોધાયેલો છે ?



કેટલાક લોકોએ વિચાર્યું કે એક નાનકડો ગ્રહ સૂર્યના ઝળહળતા પ્રકાશને કારણે દૃશ્યમાન થતો નથી. તે કાલ્પનિક ગ્રહનું નામ વલ્કન (Vulcan) આપવામાં આવ્યું.

ગઈકાલે વલ્કન જોયો હતો. આજે ખબર નહીં ક્યાં સંતાઈ ગયો ?

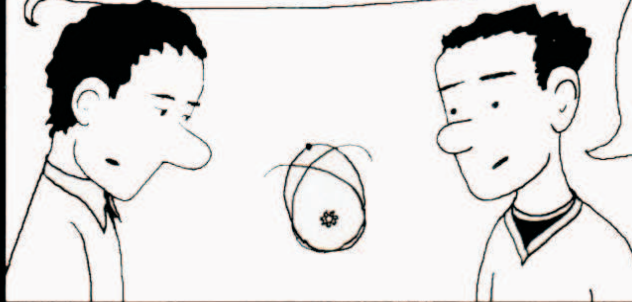


વલ્કન જોવાના ઘણાં બધાં ખોટા કિસ્સા નોંધાયા, પરંતુ કદાપિ સાબિત ન કરી શકાયું.

૧૯૧૫ માં પ્રખ્યાત જર્મન વૈજ્ઞાનિક આલ્બર્ટ આઈનસ્ટાઈને 'સાપેક્ષતાનો સામાન્ય સિધ્ધાંત' નામનો એક નવો સિધ્ધાંત રજૂ કર્યો. ગુરુત્વાકર્ષણ સમજવાનો આ તદ્દન નવો અભિગમ હતો. આઈનસ્ટાઈનના સિધ્ધાંત પ્રમાણે ખગોળીય યંત્રશાસ્ત્ર વિશેના ન્યૂટનના સિધ્ધાંતો અંદાજિત રીતે સત્ય હતા.

એક મિનિટ ! આઈનસ્ટાઈનના સિધ્ધાંત અનુસાર બધી જ ઉપલવચી કક્ષાઓ બુધની જેમ પુરસ્સરિત થાય છે.

બુધનું પુરસ્સરણ આઈનસ્ટાઈનના સિધ્ધાંત સાથે સંપૂર્ણપણે ગોઠવાય છે. મેં જાતે બધી ગણતરીઓ ચકાસી છે.



આઈન્સ્ટાઈનના સાપેક્ષતાના સામાન્ય સિદ્ધાંતે બીજા ગ્રહને શોધવાની જરૂરિયાતને રદ કરી નાંખી. વલ્કન કાલ્પનિક જ રહ્યો.

ન્યુટનનો સિદ્ધાંત અહી નાકામ રહ્યો. આઈન્સ્ટાઈનનો આભાર કે આપણે સમયસર ચેતી ગયા.

તેમ છતાંયે નવા ગ્રહની વાત તો મઝાની છે. મને વલ્કન નામ ગમે છે.





ન્યુટનનો સિદ્ધાંત માત્ર અંદાજિત રીતે સાચો છે, તે ગળે ઉતારવું મુશ્કેલ હતું, પરંતુ પુરાવા જડબેસલાક હતા. વળી આઇન્સ્ટાઇનનો સિદ્ધાંત ક્રાંતિકારી રીતે સુંદર હતો. તેના અનુસાર અવકાશ અને સમય એક પોતમાં ગુંથાયેલાં હતાં. તેણે કહ્યું કે ગુરૂત્વાકર્ષણ એ કોઇ બળ નથી, પરંતુ સમય-અવકાશના પોતને કારણે થતી બળ જેવી ભ્રમણા છે, જે મુક્ત રીતે ફરતા પદાર્થના માર્ગને વંકિત કરે છે.

આઇન્સ્ટાઇને તર્ક કર્યો કે સમય-અવકાશનું પોત માત્ર પદાર્થના પથને જ નહીં, પરંતુ પ્રકાશના પથને પણ વંકિત કરે છે. 'ગુરૂત્વિય લેન્સીંગ' નામથી ઓળખાતી આ ઘટનાનું કાળજીપૂર્વક માપન કરવામાં આવ્યું, જે આઇન્સ્ટાઇનની ગણતરી સાથે સુસંગત હતું. ખગોળીય યંત્રશાસ્ત્રને સમજવા માટે 'સાપેક્ષતાના સામાન્ય સિદ્ધાંત' નો ચઢીયાતા સિદ્ધાંત તરીકે ધીમે ધીમે સ્વીકાર થયો.

આઇન્સ્ટાઇનનો સિદ્ધાંત લગભગ એક સદીથી અડીખમ ઊભો છે. અવકાશી ગતિને સમજાવવા માટે પ્રાપ્ય સિદ્ધાંતોમાં તે આજે પણ શ્રેષ્ઠ છે.

કેપ્લરે ગ્રહોની ગતિની મૂળભૂત ખાસિયત શોધી કાઢી હતી. ન્યુટનના પાણીદાર ગણિતે તેની પાછળની ભૌતિક યાંત્રિકતાને ઉજાગર કરી.



ખગોળશાસ્ત્રના ઈતિહાસમાં આદિકાળથી બે વિચારોમાં ખાસ પરિવર્તન નહોતું આવ્યું....





તારાઓની નિશ્ચિત ભાત એ ગ્રહના પૂરા અભ્યાસનો આધાર હતો, પરંતુ તારાઓ પોતે માનવમનમાં જિજ્ઞાસા પેદા કરવામાં નિષ્ફળ રહ્યા.



તારાઓ કેટલા દૂર છે ? આ સ્વાભાવિક પ્રશ્ન હતો. પરંતુ કોઈ પાસે યોગ્ય દિશા-દર્શન ન હતું.



પૃથ્વીથી તારાઓનું અંતર કહી શકાય તેવો કોઈ નિરીક્ષિત પૂરાવો હતો નહી. ખગોળશાસ્ત્રીઓ અનેક જાતના અનુમાનો કરતા રહ્યા.





કોપરનીકસના સૂર્યકેન્દ્રી સિદ્ધાંતને આધારે એક પ્રબળ સૂચન મળ્યું.





બારીમાંથી તમારું માથુ ઘૂમાવતા બહાર દેખાતાં દૃશ્યો ખસતાં હોય તેવું તમે અનુભવ્યું છે ?

વિસ્થાપનાભાસ એ નજીક અને દૂરના પદાર્થો સંબંધેની બાબત છે. તમે તમારું જોવાનું સ્થાન બદલો, તો દેખાતી વસ્તુઓનું સ્થાન પણ સાપેક્ષ રીતે બદલાતું લાગે છે. આ તફાવત તમારા અને વસ્તુના અંતર પર આધારિત છે.





છે જ, તેને જ વિસ્થાપનાભાસ (parallax) કહે છે.

આપણી બંને આંખો પણ જુદાં જુદાં પ્રતિબિંબ જુએ છે, કારણ કે તેઓ જુદી જુદી જગ્યાએથી વિશ્વને નિહાળે છે.



તે આશ્ચર્યજનક નથી કે તમારા માથાને એક બાજુથી બીજી બાજુ ફેરવતાં દેખાતી અસર જ આંખને ખોલ-બંધ કરીને જોવાથી મળે છે.

વિસ્થાપનાભાસ ખરેખર ઉપયોગી છે. પદાર્થોનું સાપેક્ષી રીતે સ્થાનાંતર તેમના આપણાથી અંતર અંગેનો ખ્યાલ આપે છે.



તમારા બંને અંગૂઠાને તમારા નાકની સામે સીધી રેખામાં રાખો, જમણાને નજીક અને ડાબાને દૂર. હવે વારાફરતી બંને આંખો વડે જૂઓ.



આપણી બંને આંખો વડે ઝીલાતાં પ્રતિબિંબ પર મગજમાં પ્રક્રિયા થઈ વસ્તુના અંતરનો અંદાજ મળે છે. બંને પ્રતિબિંબના એકત્રીકરણ, જે ત્રિપરિમાણીય દૃષ્ટિ કહેવાય છે, ને કારણે આપણને વિશ્વનું ત્રીપરિમાણીય (Stereo vision) દૃશ્ય મળે છે.



ઉપરની બંને બારીઓની વચ્ચેના કોઈ બિંદુ પર ધ્યાન કેન્દ્રીત કરો. હવે તમને ત્રણ બારીઓ દેખાય નહી ત્યાં સુધી કાગળને તમારાથી ધીમે ધીમે દૂર લેતા જાઓ. વચ્ચેની બારીમાં શું દેખાય છે ?

આપણી ત્રિપરિમાણિય દષ્ટિ નજીકના પદાર્થોનું અંતર અંદાજવા માટે પૂરતી સરસ છે, પરંતુ એક કિલોમીટર કે વધારે દૂરના પદાર્થોનું ચોક્કસ સ્થાન મેળવવામાં તે નિષ્ફળ નીવડે છે.



એક કિલોમીટર થી વધારે દૂર રહેલા પદાર્થો બંને આંખોને લગભગ સરખા જ દેખાય છે. વધારેમાં વધારે આપણે એવું તારણ કાઢી શકીએ કે તે પદાર્થો અત્યંત દૂર હોવા જોઈએ.

આપણી ત્રિપરિમાણિય દષ્ટિ આપણનો અવકાશી પદાર્થોના અંતરનો અંદાજ લગાવવામાં મદદરૂપ થતી નથી.

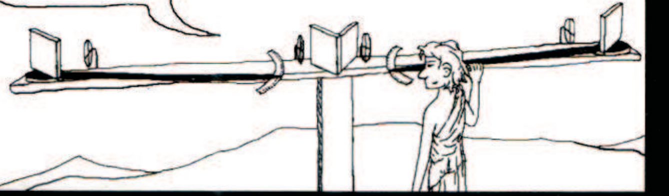
પ્રાચીન ગ્રીકો ભૂમિતિમાં માહેર હોવાને કારણે, વિસ્થાપના ભાસથી અત્યંત દૂરના પદાર્થોના અંતર માપવાની પધ્ધતિ વિકસાવેલી



તેમણે બે આંખનાં અંતર કરતાં ઘણા વધારે અંતરે આવેલાં બે બિંદુએથી એક જ દશ્યને નિહાળ્યું. આ (બંને) પ્રતિબિંબોની સરખામણી કરીને તેઓ ત્રિપરિમાણિય દષ્ટિ-વિસ્તાર કરતાયે વધારે અંતરે આવેલા પદાર્થોનું અંતર અંદાજી શકતા.



બે દર્શનસ્થાન વચ્ચેનું અંતર જેટલું વધારે તેટલું વધારે દૂરનું અંતર માપી શકાય.



વિસ્થાપનાભાસનો ઉપયોગ કરીને ખગોલીય અંતર માપવા માટે એવાં બે દર્શન સ્થાન પસંદ કરવાં પડે જે એકબીજાથી હજારો કિલોમીટર દૂર હોય.





આને વાર્ષિક વિસ્થાપનાભાસ કહેવાય. પ્રાચીન સમયમાં પૃથ્વીની કક્ષાનું માપ અજ્ઞાત હતું ત્યારે પણ વાર્ષિક વિસ્થાપનાભાસની મદદથી માત્ર સાપેક્ષ અંતરો મેળવી શકાતાં.



આપણે જાણીએ છીએ કે નક્ષત્રીય વિસ્થાપનાભાસ સરળતાથી અવલોકવા માટે પૃથ્વીની કક્ષા પણ પૂરતી મોટી નથી. તારાઓ તો અત્યંત દૂર હતા. પરંતુ પ્રયત્નો ચાલુ રહ્યા.

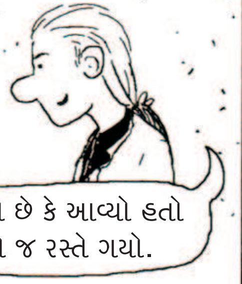
અંતે એવી એક વિચિત્ર તારકીય ઘટના બની, જેણે બધા ખગોળશાસ્ત્રીઓનું ધ્યાન તારાઓ તરફ ખેચ્યું.





ઈ.સ.૧૫૭૨ માં ટાયકોએ એક તેજસ્વી તારો જોયો. તે 'નોવા', એટલે કે નવા તારા, તરીકે ઓળખાયો.





પછીના દશકાઓમાં વધારે નોવા શોધયા. ઘણા થોડા દિવસોમાં અદશ્ય થઈ ગયા. કેટલાક અદશ્ય થતા અને પુનઃ દેખાતા રહ્યા.

આ તારકીય ઘટનાઓએ ખગોળશાસ્ત્રીઓનું ધ્યાન ખેચ્યું. નવા શોધાયેલ ટેલીસ્કોપને કારણે ઘણો ફરક પડયો.



અત્યાર સુધી અગોળશાસ્ત્રીઓ આ બધી તારકીય ક્રિયાશીલતા કેવી રીતે ચૂકી ગયા ? એક તો, તેજસ્વી તારાઓ બદલાતા ન હતા. એટલે ટેલિસ્કોપની શોધ પહેલાં, તારાઓની તેજસ્વીતાનો ફેરફાર નોંધાવો મુશ્કેલ હતો. ટોલેમીના સમયથી જ તારકીય મોલક (અપરિવર્તનીય મનાતો) મનાતો હતો. આવા અવિકારી તારાઓને જોવામાં શા માટે સમય વેડફવો ? નોવાને કારણે આ અભિગમ બદલાયો. હવે ખગોળશાસ્ત્રીઓ ફરીથી તારાઓનો અભ્યાસ કરવા લાગ્યા.

અને એક વખત વૈજ્ઞાનિકોએ તારકીય કાર્યશીલતા નિહાળવાનું શરૂ કર્યું કે તેમને આવી ઘટનાઓ વિપુલ પ્રમાણમાં મળી. બ્રહ્માંડ ચલાયમાન તારકોથી ભરપૂર હતું.

કેટલાક તારાઓ અનિયમિત રીતે ચલિત થતા હતા તો કેટલાક નિશ્ચિત સમયાંતરે થતા હતા. કંઈક થયા કરતું. આ તારકીય કાર્યશીલતાએ વૈજ્ઞાનિક સમુદાયને ઉત્તેજીત કરી દીધો. ઘણાં બધાં ખગોળશાસ્ત્રીઓ સંભવિત ખુલાસા લઈને આવ્યા.













હ્યુજીન્સની ધારણા પાયાવિહોણી હતી અને તેની પદ્ધતિ અપરિપક્વ હતી. ખગોળશાસ્ત્રીઓને સૂર્ય કેટલો દૂર છે તેની પણ ખબર ન હતી. પરંતુ તેના અંદાજને કારણે લોકોમાં બ્રહ્માંડની વિશાળતા માટે અહોભાવ જાગ્યો.







જો આપણો સૂર્ય અને તેના ગ્રહો એટલે કે સૂર્યમંડળ જ જો આટલું વિશાળ હોય તો પછી તારાગોલક તો કેટલું વિશાળ હશે ? ન્યૂટને તારા ગોલકનું માપ અધધધ ... ૨,૦૦૦,૦૦૦,૦૦૦,૦૦૦,૦૦૦ કિ.મી. અંદાજ્યું.

બધા તારાઓ આપણી ધારણા મુજબ તારા ગોલકમાં મઢેલા હશે ? કે પછી તે બધા આપણાંથી જુદા જુદા અંતરોએ વેરાયેલા, જેથી વધારે દૂરના તારા ઝાંખાં દેખાય? તો પછી બ્રહ્માંડ તો કેટલુંયે વિશાળ હશે ?

દરેક વ્યક્તિ સંમત હતી કે વિશ્વ અત્યંત વિશાળ છે, પરંતુ કેટલું ? ઈતિહાસના સમયગાળા દરમિયાન લોકોની જુદી જુદી માન્યતાઓ હતી.

વિશ્વ વિરાટ છે. તેના છેડે પહોંચવા તમારે ૧૦૦૦ દિવસ સુધી સીધે સીધું ચાલવું પડે.

ખરેખર ! લોકોના કહેવા મુજબ પૃથ્વી તો છેડા વગરનો એક ગોળો છે. અને બ્રહ્માંડ ચોતરફ લાખો કિલોમીટર સુધી ફેલાયેલું છે.

આકાશગંગામાં આપણું સૂર્યમંડળ તો રજકણ જેવડું જ નથી ?

ઈતિહાસમાં વારંવાર લોકો એ તારણ પર આવતાં રહ્યાં કે આપણી ધારણા કરતાં બ્રહ્માંડ ઘણું વિશાળ છે. અને દરેક કાળે તેમની કલ્પનાને પડકાર મળ્યો.

સૂર્ય આપણાંથી ૧૫૦,૦૦૦,૦૦૦ કિ.મી. દૂર છે ? એ ચોક્કસ પણે કેટલું થાય ?

તે મારી સમજની બહાર છે. હું કલ્પના પણ ન કરી શકું. વળી, મને તો શૂન્યોની ગણતરીઓ જ ડરામણી લાગે છે.

અન્ય ભૌતિક રાશિઓની જેમ અંતર પણ બીજા અંતરની સાપેક્ષમાં જ અભિવ્યક્ત થઈ શકે. બીજાં અંતરોની ગણતરી માટે સામાન્યત વ્યાપક રીતે જાણીતું અંતર એકમ તરીકે લેવાય છે.

આ બંદર ઘણું વિશાળ છે. એક છેડાથી બીજા છેડા સુધી લગભગ ૫૦૦૦ અંગૂઠા - લંબાઈ (બંને હાથ બાજુ તરફ લંબાવતાં બંને અંગૂઠા વચ્ચેનું અંતર) જેટલું હશે.

કોલંબસ, ભગવાનની ખાતર, તું જહાજની લંબાઈના સંદર્ભે વાત ન કરી શકે ?

જે લંબાઈ માપવાની હોય તદનુરૂપ કેટલાક એકમ સાહજિક રીતે બીજા કરતાં વધારે અનુકૂળ હોય.

૬૦ ઈંચ ? અશક્ય !

અને ૭૨ મીટરની ભવ્ય ઊંચાઈ

બૈજિંગ હજુ કેટલા માઈલ દૂર છે ?

જ્યારે સૂર્યમંડળનાં અંતરોની વાત હતી ત્યારે સૂર્ય અને પૃથ્વી વચ્ચેનું અંતર સાહજિક રીતે એકમ તરીકે લેવાયું. આ અંતરને ખગોલીય એકમ અથવા ટૂંકમાં AU કહેવાય છે.

તમને ખબર છે કે પૃથ્વીની કક્ષાનો વ્યાસ 2AU છે.

આવી સામાન્ય હકીકત કહેવાની જરૂર નથી. તમને ખબર છે કે શનિની કક્ષાની પહોળાઈ (વ્યાસ) 18AU છે ?

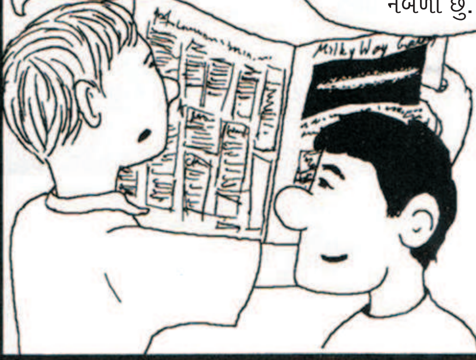
રસપ્રદ વાત એ છે કે જ્યારે ખગોલીય એકમનો ઉપયોગ શરૂ થયો, ત્યારે તેનું માપ તો અજાણ જ હતું. પરંતુ સૂર્યમંડળમાં અંતરોના ગુણોત્તરની જાણ હોવાથી AU નો હેતુ સિધ્ધ થયો. પછીથી ૧૬૭૨ માં AU નું માપ માઈલમાં અંદાજવામાં આવેલું. ત્યારથી AU સૂર્ય મંડળ માટે સાહજિક એકમ તરીકે પ્રચલિત થયો.

અદ્‌ભૂત ! એક AU 150,000,000 કિ.મી લાબો એટલે કે સૂર્ય મંડળ 2,700,000,000 કિલોમીટર સુધી વિસ્તરેલું છે.

આ તો જબરદસ્ત અંતર કહેવાય. પણ તે 18 AU* જ થયું ને ?

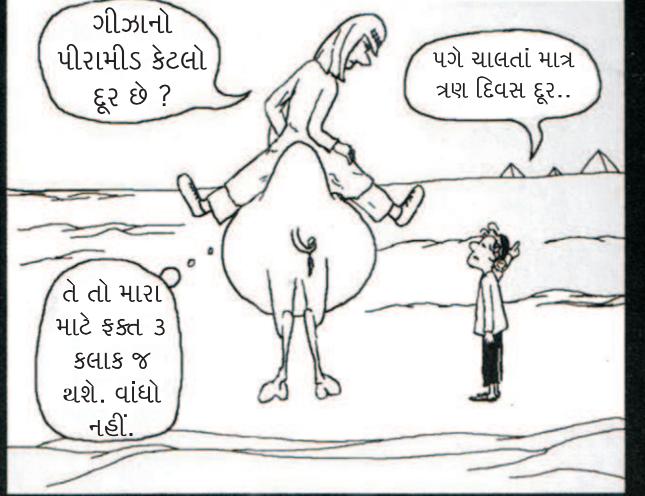
* ૧૭ મી સદીમાં, સૂર્યમંડળ શનિ આગળ સમાપ્ત થતું હતું.

AU આંતર સંબંધિત ગ્રહોના અંતર માટે મૂળભૂત એકમ તરીકે ઉપયોગી થયો. પરંતુ શું તે તારાઓના વિશ્વ માટે યોગ્ય હતું ?



અત્યંત દૂર આવેલા તારાઓની અંતરની ગણતરી માટે એક નવા જ એકમની તાત્કાલિક જરૂરિયાત ઊભી થઈ. તે શું હોઈ શકે ?

માનવજાત તો હૃદયથી જ પ્રવાસી રહી છે. ભટકતી અવસ્થાથી જ આપણે અંતરની ગણતરી મુસાફરીના સમયથી કરતાં.



અંતર જાણવા માટે મુસાફરીના સમયની ગણતરી નો ઉપયોગ ઘણો પ્રચલિત હતો.



કોઈ આકાશી અંતરોના સંદર્ભે મુસાફરીના સમય આધારિત વાત કરી શકે ?





જો કોઈક આવી મુસાફરી બ્રહ્માંડની આરપાર કરતું હતું અને જે આપણને પરિચિત હતું તો તે છે.

"પ્રકાશ"

પ્રકાશ ભયાનક ઝડપે ગતિ કરે છે. વિજ્ઞાનીઓએ પ્રકાશની ગતિની ઝડપ નક્કી કરવા માટે પ્રયોગો કર્યા.





પ્રકાશે અવકાશમાં એક આખા વર્ષમાં કાપેલું અંતર એક પ્રકાશવર્ષ તરીકે ઓળખાય છે. અને તે ઝડપથી અવકાશી અંતરો માપવા માટે ખૂબ જ અનૂકૂળ એકમ બની ગયો.





પ્રકાશ પૃથ્વી ફરતે એક જ સેકન્ડમાં ૭ વખત ફરી શકે છે. તમે કલ્પના કરી શકો કે તે એક વર્ષમાં કેટલે દૂર સુધી મુસાફરી કરી શકે. તે લગભગ ૯,૦૦૦,૦૦૦,૦૦૦,૦૦૦ કિમી અથવા ૬૦,૦૦૦ AU હોઈ શકે !

જ્યારે ખગોળશાસ્ત્રીઓ અવકાશી Parallax ના અવલોકનની મથામણ કરતાં હતાં ત્યારે અન્ય કેટલીક મહત્વની ઘટનાઓ બની.

૧૭૮૨ માં જેમ્સ બ્રેડલીએ ચીંધ્યું કે...

...જો પૃથ્વી અવકાશમાં અત્યંત વેગથી ફરતી હોત તો જે પ્રકાશ આપણા સુધી પહોંચે છે તે તેના મૂળ ખૂણા કરતાં થોડા અંશ વળેલો દેખાય. અવકાશી પદાર્થની સ્થિતિમાં આ આકાર સૂક્ષ્મ વિકૃતિ સર્જી શકે.



તમે ક્યારેય સમાંતર વરસાદને જોયો છે ? જે તમે દોડતા હોવ ત્યારે ખૂણેથી આવતા દેખાય છે ?



ભૂતકાળના ડેટાનું વ્યવસ્થિત પૃથક્કરણ કરતાં જણાયું કે ખરેખર સૂર્ય ફરતે ફરતી પૃથ્વીની ગતિ દર્શાવતી અવકાશી સ્થિતિમાં સહેજ વિકૃતી હોય છે.

બ્રેડલી મેધાવી હતો. તમે જોયું તેણે અહીં શું કર્યું. આપણી પૃથ્વી અવકાશમાં સહેજ બદલાય છે તેની પ્રાયોગિક સાબિતી આપી.

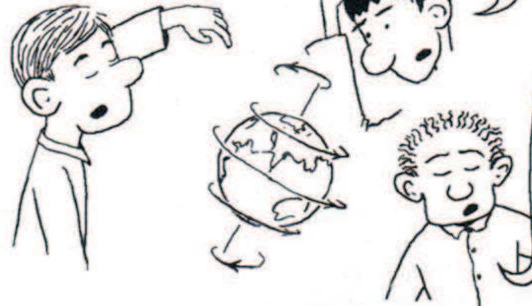


પરંતુ ખરાબ સમાચાર એ છે કે આપણે આ વિકૃતિને ધ્યાનમાં લઈ ડેટાનું પુનઃ પૃથ્થકરણ કરવું પડશે.

૧૭૪૮ માં બ્રેડલીએ ભૂલનો એક અન્ય સ્ત્રોત શોધી કાઢયો.

પૃથ્વીની ભ્રમણની ધરી પોતે જ એકદમ ધીમેથી ઘૂમી રહી છે.

મને આ ન કહો. હવે, આપણે ભૂલસુધારાના બીજા તબક્કામાંથી પસાર થવું પડશે.



ભલે આજે તે આપણને ત્રાસદાયક દેખાય છે. પણ તેણે કરેલા ભૂલનિર્દેશના કારણે ખગોળશાસ્ત્રમાં તો પ્રગતિ જ સધાશે.

જો કે રાહ જોવી યોગ્ય જ હતું. આખરે અંતે, ફ્રેડરિક બેસેલ, જર્મન ખગોળશાસ્ત્રીએ અવકાશી વક્ર (Parallax) ૧૮૩૮ માં શોધી કાઢ્યો.

આ વક્ર તો નાનો છે, પરંતુ ભૂલ વિનાનો.



એનો અર્થ કે તારાઓ ખરેખર ઘણા-ઘણા જ દૂર છે.

ટેલિસ્કોપમાં આધુનિક ફેરફાર વિના બેસેલ અવકાશી વક્રને શોધવા માટે સક્ષમ નહોતો. અલબત્ત સહેલાઈથી દેખાતા વક્રને કારણે ખૂબ ઓછા તારાઓમાંના એકને શોધી કાઢવા તે નસીબદાર હતો.

ખગોળશાસ્ત્રીઓનો સમૂહ તારાઓમાં વક્ર માપવા માંડ્યા અને શોધવા માંડ્યા.

છતાં હજુય મોટા ભાગના તારાઓમાં Parallax જોવા મળતો નથી.

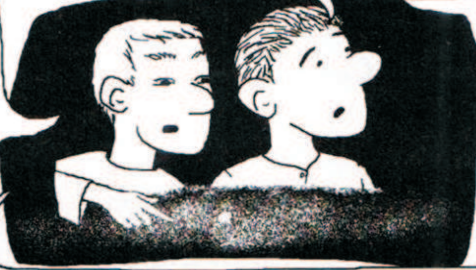
તેનો અર્થ એમ થાય કે તેમાનાં બહુ થોડા આપણી નજીક છે. લગભગ સો હજાર અબજ કિમી અંતરમાં.



તમે તેમને નજીક કહો છો ?

અરે, નજીક દેખાતા તારાઓ પણ આપણી સૂર્યમંડળની બાહ્ય સીમાથી પણ હજારો ગણા દૂર દૂર છે.

ગેલેલિયોના ટેલિસ્કોપથી સૌ પ્રથમ તો એ સ્પષ્ટ થયું કે આકાશમાં નરી આંખે દેખાતા તારાઓ કરતાં અનેક ગણા તારાઓ રહેલા છે. ૧૭૦૦ ના મધ્યમાં, વિલ્યમ હર્ષલ એક શીખાઉ ખગોળશાસ્ત્રીએ તારાઓ આકાશમાં કેવી રીતે ફેલાયેલા છે તેનો અભ્યાસ હાથ ધર્યો. તેના પૃથક્કરણના આધારે રસપ્રદ પરિણામો જોવા મળ્યા.



આપણો દૂધિયો પટ્ટો તેના ગ્રીક નામ આકાશગંગા (Galaxy) પરથી ઉતરી આવ્યું છે.
હર્ષલને આકાશગંગા કેટલી વિશાળ છે તેનો અંદાજ નહોતો. તેણે ભૂલથી સૂર્યમંડળ આકાશગંગાની મધ્યમાં હોવાનું અનુમાન કરેલું. પરંતુ અગત્યની વાત એ હતી કે હર્ષલે પરિચિત બ્રહ્માંડનું વ્યાપક સ્વરૂપ ઘડયું હતું.
રકાબી આકારની આકાશગંગા, અબજો તારાઓથી ખીચોખીચ ભરેલી અને સૂર્ય આકાશગંગામાંનો એક આવો તારો - એવું બ્રહ્માંડ.
બ્રહ્માંડનું આ ચિત્ર આવનારા ૧૫૦ વર્ષો સુધી અસ્તિત્વમાં રહ્યું.

૧૯ મી સદીમાં જ્યારે બેસેલે આકાશી વક્ર (Parallax) શોધવામાં સફળતા મેળવી, ત્યારે ફરીથી બ્રહ્માંડના કદનો પ્રશ્ન ચર્ચાનો મુખ્ય વિષય બની ગયો.



આ અનુમાન સાવ કાચું હતું. પણ તેણે બ્રહ્માંડને એક ચોક્કસ કદ આપ્યું.



એથી વિરૂદ્ધ આકાશગંગાનું પ્રારંભિક કદ તેના હોવા કરતાં ઘણું નીચું આંકવામાં આવેલું.

વધુ તીવ્રતા ધરાવતા ટેલિસ્કોપ અને વિશેષ સંશોધનોએ દર્શાવ્યું કે દૂધિયા પટ્ટાની આકાશગંગા અગાઉ ધાર્યા કરતાં ઘણી જ વિશાળ હતી.

વર્તમાન અંદાજ અનુસાર વિશાળ રકાબી જેવી દૂધિયા આકાશગંગામાં ૨૦૦,૦૦૦,૦૦૦,૦૦૦ તારાઓ પથરાયેલા છે. ૧૦૦,૦૦૦ પ્રકાશવર્ષ પહોળી અને લગભગ ૧૦,૦૦૦ પ્રકાશ વર્ષ વચ્ચેના ઉપસેલા ભાગેથી પહોળી.

અને આપણું સૂર્યમંડળ આ આકાશગંગાની મધ્ય અને છેડાની વચ્ચેના કોઈક ભાગે આવેલું છે.

ગ્રહો, ચંદ્ર, તારાઓ અને આકાશગંગા ઉપરાંત રાત્રિના આકાશમાં કેટલાક ધૂંધળા પટ્ટા જોવા મળ્યા. તેમને નિહારિકાઓ (લેટિનમાં વાદળાને નેબ્યુલા કહે છે, તેનું બહુવચન - નેબ્યુલે) નામ આપવામાં આવ્યું.

હું કેટલાંક અઠવાડિયાઓ સુધી ત્યાં નાનું વાદળું જોઉં છું. તે જરાપણ વિચલીત થતું નથી.

જાણે તે અવકાશી - ગોલકને ચોંટી ગયું હોય તેવું લાગે છે. મને નથી લાગતું કે તે વરસાદ લાવનારું વાદળ હોય

એ કહેવાની જરૂર નથી કે ટેલિસ્કોપથી નિહારિકાઓ વિષે ભણી માહિતી મળી.

નરી આંખે જોઈ શકાય તેના કરતા ઘણી વધારે નિહારિકાઓ છે.

આ પણ તારાઓનું ભરચક ઝૂમખું છે.

શ્રેષ્ઠ કક્ષાના ટેલિસ્કોપથી પણ ખરી નિહારિકા તારાઓ વચ્ચે લટકતાં વાયુઓ જેવી દેખાતી.

અદ્યતન ટેલિસ્કોપથી કેટલીક નિહારિકાઓ આવી દેખાય છે.

આ નિહારિકાઓ શું છે ? આ ધૂંધળો વાયુ તારાઓ વચ્ચે શું કરે છે ? નિહારિકાઓએ ઘણાં પ્રશ્નો ઊભા કર્યા. અને ઘણાં સિદ્ધાંત-વાદ રજૂ થયા.

નિહારિકાઓ ધૂલીય કણોના અત્યંત વિશાળ વાદળાંઓ છે. તેઓ પ્રકાશે છે કારણ તેની અંદર પ્રકાશ ઉત્સર્જિત કરતા તારાઓ સમાવિષ્ટ છે.

આવું ધૂલીય વાદળ તેના પોતાના ગુરુત્વાકર્ષણને કારણે સંકોચાઈ ન જાય.

...અને ઘટ્ટતાને કારણે ગરમ થાય, જ્યાં સુધી કે તે એટલું ગીચ અને ગરમ બને કે તે તારો બની જાય.

કેવું અદ્‌ભૂત ! આપણો સૂર્ય પણ પહેલાં નિહારિકા હશે ?

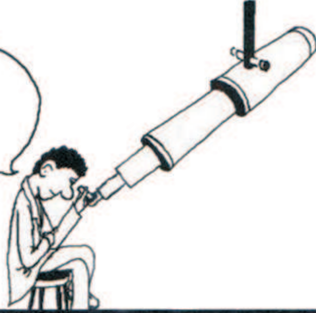
નિહારિકાઓના આકાર, કદ અને તેજસ્વિતામાં ઘણું વૈવિધ્ય હતું. પરંતુ આ આંતર-અવકાશી વાદળોમાંથી આવતો પ્રકાશ તારાઓના પ્રકાશ કરતાં તદ્દન અલગ હતો.

પરંતુ તેમાં એક અપવાદ હતો.

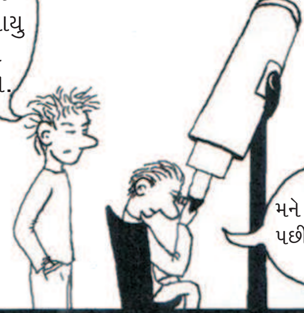
તમે દેવયાની તારક-સમૂહમાં રહેલી નિહારિકા જોઈ ? હું ચોક્કસ પણે કહી શકું છું કે તે જે ઉત્સર્જિત કરે છે તે તારાઓનો પ્રકાશ જ છે.

પરંતુ મને તો ત્યાં એક પણ ડાઘ દેખાતો નથી. તે તો માત્ર લીસો વાયુ જ છે.

દેવયાની તારક-સમૂહમાં સ્થિત આ નિહારિકા દેવયાની-નિહારિકા તરીકે ઓળખાઈ



પરંતુ આ નાનકડું ટપકું તો થોડા જ સમયમાં અદશ્ય થઈ ગયું.



પછીના દાયકાઓમાં અનેક અલ્પકાલિન ટપકાં દેવયાની નિહારીકામાં નોંધાયા હતા.

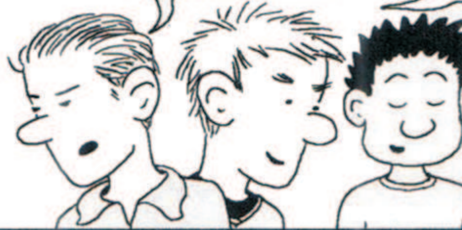


હર્બર ક્યુર્ટીસ નામના અમેરિકન ખગોળશાસ્ત્રીએ સમગ્ર આકાશમાં બનતા નવતારકોનો અભ્યાસ કર્યો અને એક તારણ પર પહોંચ્યો.



હંમેશની માફક ઘણાં પ્રશ્નો ઊભા થયા અને ઘણાં સિદ્ધાંતો-વાદ રજૂ થયાં.





૧૯૧૭ માં એડ્વિન હબલ નામના અમેરિકન ખગોળશાસ્ત્રીએ નિર્ધાર્યું કે દેવયાની નિહારિકા એક વિશાળ પણ અતિશય ધૂંધળા તારાઓના ઘટ સમૂહ છે.



દેવયાની નિહારીકા એક અલગ અને સ્વતંત્ર દૂરની આકાશગંગા હોય તે સિધ્ધાંત મોટાભાગના અવલોકનોમાં બંધબેસતું હતું.





મને એ વાતમાં કોઈ શંકા નથી કે દેવયાની નિહારિકા આપણી મંદાકિની (દૂધિયો પટ્ટો) જેવી જ આકાશગંગા છે.

તો પછી હવેથી આપણે તેને નિહારીકા કહેવાનું બંધ કરીને દેવયાની આકાશગંગા (Galaxy) કેમ ન કહીએ ?

અદ્યતન સાધનો અને પદ્ધતિ દ્વારા વૈજ્ઞાનિકોએ પ્રસ્થાપિત કર્યું કે દેવયાની નિહારિકા આપણી મંદાકિની જેવી જ આકાશગંગા છે, માત્ર બમણી પહોળી છે. ત્યાર પછી તે દેવયાની આકાશગંગા તરીકે ઓળખાવા લાગી.

૧૯૫૨ માં દેવયાની આકાશગંગા આપણાથી અધધધધ...... ૨૦ લાખ પ્રકાશ વર્ષ દૂર હોવાનો અંદાજ મળ્યો.

આ તો એટલું લાંબુ છે કે તેના એક છેડાથી બીજા છેડામાં ૨૦ આકાશગંગા ફીટ થાય.

એ જરા વધારે પડતું છે.

બ્રહ્માંડના વિસ્તરવાની પ્રક્રિયાનો કોઈ અંત હોઈ શકે ખરો ?

આ બ્રહ્માંડ તો ખરેખર પાગલ કરી નાખે એવું છે.

શું બ્રહ્માંડ વિષે બધું કહેવાઈ ગયું ? બે આકાશગંગાઓ માથું ભમાવી દે તેટલા વિશાળ અંતરે ? ખગોળશાસ્ત્રીઓ વધારે સારૂં જાણતા હોય તેવું લાગે છે.

તમે ખરેખર વિચારો છો કે હજુ ઘણી બધી વધારે આકાશગંગાઓ હશે ?

મને ખાત્રી છે કે બ્રહ્માંડના ખજાનામાં આપણા માટે હંમેશા કંઈક વધારે ધરબાયેલું હશે.

ત્યાર બાદ તરત ઘણી વધારે આકાશગંગાઓ શોધાઈ જે કોઈ મોટું આશ્ચર્ય ન હતું.

મેં તમને શું કહ્યું હતું ?

આ ખરેખર વિચિત્ર છે. મંદાકિની, જે પહેલા સમગ્ર બ્રહ્માંડ ગણાતી તે શું આકાશગંગાઓના ઝૂંડ પૈકી એક છે ?

તો હવે બ્રહ્માંડ અંગે આપણું પ્રવર્તમાન ચિત્ર કેવું છે ?

બ્રહ્માંડ આશરે ૧૦૦,૦૦૦,૦૦૦,૦૦૦ (સો અબજ) આકાશગંગાઓના અનેક ઝૂમખાંઓથી છવાયેલું છે, દરેક ઝૂમખામાં હજારો આકાશગંગાઓ છે.

સરેરાશ કદ ધરાવતી આકાશગંગામાં ૧૦૦,૦૦૦,૦૦૦,૦૦૦ (સો અબજ) તારાઓ છે અને તે ૧૦૦,૦૦૦ પ્રકાશવર્ષમાં વ્યાપ્ત છે.

બ્રહ્માંડનો વિસ્તાર લગભગ ૨૦૦,૦૦૦,૦૦૦,૦૦૦ (બસો અબજ) પ્રકાશવર્ષ જેટલો અંદાજવામાં આવે છે.

આકાશગંગામાં તારાઓ વચ્ચે અને ઝૂમખાંની આકાશગંગાઓ વચ્ચે વિશાળ અવકાશ છે. વાસ્તવમાં બ્રહ્માંડ મહદંશે અતિ વિશાળ રિક્ત - ખાલી જગ્યા છે.

અલબત્ત... આ અવકાશ ખરેખર ખાલી નથી... કારણ બ્રહ્માંડના દરેક ખૂણામાં ઝાંખો પ્રકાશ પથરાયેલો છે.

અરે આ તો અચંબિત કરે તેટલું મોટું છે. પણ બ્રહ્માંડમાં આટલું જ છે કે ? હા......હાલ પૂરતું તો....

પરંતુ કોણ જાણે છે ? કદાચ એક દિવસ આપણે કંઈક નવું શોધીશું. આ બહુઆયામી - આકાશગંગાઓની અનંતતાની પેલે પર કંઈક નવું જડી આવશે.



આ વિશાળ બ્રહ્માંડમાં આપણું સ્થાન ક્યાં છે ? આપણે ક્યાં રહીએ છીએ ? અબજો - અબજો આકાશગંગાઓથી બનેલા આ બ્રહ્માંડમાં આપણી પૃથ્વી, આપણું સૂર્યમંડળ, આપણી આકાશગંગા બધાં ક્યાં છે ?

આપણે રાત્રે જે આકાશ જોઈએ છીએ તે આપણા નજદિકી તારાઓથી વ્યાપ્ત છે. મને આ બધાં તારાઓ અને બધી આકાશગંગાઓની પાર જઈને બ્રહ્માંડનો નજારો કરવાનું ગમશે.

ધારોકે આપણે બ્રહ્માંડમાં કોઈ પણ સ્થળે જવા સક્ષમ છીએ. તમે પૃથ્વીથી જેટલાં દૂર જઈ શકો એટલે દૂર જાઓ. તમને શું દેખાશે ? ધૂંધળા ટપકાંઓનાં ઝૂંડ. આ બધા તારાઓ છે ? આકાશગંગાઓ છે ?



ના... દરેક ટપકું એ આકાશગંગાઓનું ઝૂમખું છે. સામાન્ય કદના ઝૂંમખામાં હજારો આકાશગંગાઓ છે. અનંત અવકાશમાં આવા અબજો ઝૂમખાંઓ વેરાયેલાં છે.

1,000,000,000 light years **૧,૦૦૦,૦૦૦,૦૦૦ પ્રકાશ વર્ષ**

ચાલો, પૃથ્વીનું સ્થાન શોધવાની શરૂઆત કરીએ. આપણે આવ્યાં તે જ દિશામાં નાનો ટુકડો જોઈએ. આ ટુકડાને મોટો કરીને જોઈએ, તો તે ઝૂમખામાંની આકાશગંગાઓને અલગ-અલગ જોઈ શકીશું.

ચોક્કસ આ બધામાંથી એક આકાશગંગા એ આપણી મંદાકિની છે ?

૧૦,૦૦૦,૦૦૦ પ્રકાશ વર્ષ 10,000,000 light years

અલબત્ત. હવે મંદાકિનીની પડોશના એક નાનકડા ટૂકડાને વધુ મોટો કરીને જોઈએ.

આહ ! આ તો મંદાકિની લાગે છે ! અને ત્યાં દેખાતી પેલી બીજી આકાશગંગા છે તે તો દેવયાની જ હશે ને ?

100,000 light years **૧,૦૦,૦૦૦ પ્રકાશ વર્ષ**

ચાલો હવે આપણા સૂર્ય તરફ દ્રષ્ટી કરીએ. ફરીથી આપણે મંદાકિનીના નાના ભાગને સૂર્યમંડળની દિશામાં મોટો કરીને જોઈએ.

બહુ સરસ દેખાતું નથી. માત્ર તારાઓનો જથ્થો જ દેખાય છે. હજુ વધારે મોટું કરવાની જરૂર છે.

1000 light years **૧૦૦૦ પ્રકાશ વર્ષ**

આપણે આપણી મંઝિલ તરફ બીજું એક પગલું આગળ ભરીએ. હવે આપણે પ્રત્યેક તારાને અલગ - અલગ જોઈ શકીએ છીએ.

છેવટે!... સૂર્ય ! તેની નજીકમાં આવેલો તારો જય (Proxima Centauri) છે

10 light years **૧૦ પ્રકાશ વર્ષ**
600,000 AU **૬૦૦,૦૦૦ ખગોલીય એકમ**

અત્યાર સુધી ઘણી લાંબી મજલ તો થઈ ગઈ. પરંતુ હજુ આપણાં ઘરે પહોંચતા સુધીમાં બહુ લાંબો પંથ કાપવાનો છે.

ફરીથી હજુ મોટું કરતા, હવે આપણી દૃષ્ટિ માત્ર એક જ તારા પર સીમિત થાય છે, સૂર્ય.

તમને ખાત્રી છે કે તે આપણો સૂર્ય છે ? મને તો તેની આસપાસ ફરતો કોઈ ગ્રહ દેખાતો નથી.

0.1 light years ૦.૧ પ્રકાશ વર્ષ
6,000 AU ૬૦૦૦ ખગોલીય એકમ

સૂર્યમંડળનું માળખું જોવા માટે તો હજુ વધારે નજીક જવું પડશે.

હવે હું થોડાં બિંદુઓ જોઈ શકું છું. બહારના ગ્રહો જ હોવા જોઈએ.

60 AU ૬૦ ખગોલીય એકમ

હવે જેને આપણું ઘર - પૃથ્વી કહીએ છીએ તે ગ્રહને જોવાનો સમય થઈ ગયો છે. ચાલો આપણે સીધાં સૂર્યમંડળમાં ઝંપલાવીએ.

પેલો તો શનિ (Saturn) જેવો દેખાય છે અને બીજો તો ગુરુ (Jupiter) છે. અને પેલો નાનકડો તો મંગળ જ હશે............આ પૃથ્વી !

0.6 AU ૦.૬ ખગોલીય એકમ
100,000,000 km ૧૦૦,૦૦૦,૦૦૦ કિ.મી.

હવે જ્યારે પૃથ્વીનું સ્થાન જોઈ લીધું છે તો હવે બાકીની સફર તો મામૂલી કહેવાય.

હવે તો આપણે ઘણું મોટું કરીને જોયું છે. છતાં હજુ પૃથ્વી એક ટપકાંથી મોટી દેખાતી નથી. તમે કલ્પના કરી હતી કે આપણે અવકાશમાં તરતા એક આવા એક સાવ ટચૂકડા દડા પર રહીએ છીએ ?

1,000,000 km ૧,૦૦૦,૦૦૦ કિ.મી.

આપણે હવે પહોંચવામાં છીએ. છેલ્લે એક વખત હજુ મોટું કરીએ અને હવે સમય થઈ ગયો છે....

ઊતરવા માટે તૈયાર થઈ જાઓ !

10,000 km ૧૦,૦૦૦ કિ.મી.

એક સમયે સામાન્ય એકમ તરીકે વપરાતું
પ્રકાશ વર્ષ હવે રહ્યું નહી.

તેઓ કહે છે કે બ્રહ્માંડ ૧૦,૦૦૦,૦૦૦,૦૦૦ પ્રકાશ વર્ષ કરતાં પણ વધારે પહોળું છે.

એટલે કે તમે એવું કહો છો કે **૧૦**^{૧૦} પ્રકાશ વર્ષ. તો તે **૧૦**^{૨૬} મીટર થાય.

તેમ છતાં પ્રકાશ વર્ષ બ્રહ્માંડનું વર્ણન કરવામાં વિશિષ્ટ ભૂમિકા ભજવે છે.

પ્રકાશ વર્ષમાં દર્શાવાતું અંતર પ્રકાશને તે અંતર કાપવા માટે
લાગતો સમય સ્પષ્ટ રીતે દર્શાવે છે.

તો આજે હું જે દેવયાની આકાશગંગા જોઉ છુ. તે ૨,૦૦૦,૦૦૦ વર્ષ પહેલાં જેવી હતી તે જોઉ છું ?

તદ્દન સાચું ! પ્રકાશને દેવયાનીથી આપણાં સુધી પહોંચતા એટલો સમય લાગે છે.

જો તે ૨,૦૦૦,૦૦૦ વર્ષ અગાઉ આવી દેખાતી હોય તો અત્યારે કેવી દેખાતી હશે ?

સંભવિત રીતે ખાસ જુદી નહી. આકાશગંગાઓમાં થોડા લાખ વર્ષોમાં ખાસ ફેરફાર થતો નથી. પરંતુ ચોક્કસ રીતે જાણવાનો કોઈ રસ્તો નથી.

અવકાશમાં આપણે જેટલા ઊંડા ઉતરીએ તેટલું આપણે સમયમાં
પણ વધારે ઊંડા જઈએ છીએ.

બ્રહ્માંડમાં આ સૌથી દૂરના પદાર્થો છે.

તો તે બધા સૌથી વધારે પ્રાચીન પણ હશે.

ક્વાસાર નામે ઓળખાતા આ સહુથી વધારે દૂરના પદાર્થો કોઈ નવા
જન્મેલા બ્રહ્માંડની યુવા આકાશગંગાઓ હોઈ શકે. તેમના ખૂબ દૂરના
અંતરને કારણે આપણે ખરેખર તેનો આકાર જાણી શકતા નથી.

એક વાત નિશ્ચિત છે. આ ક્વાસાર ટેલિસ્કોપમકાંથી દેખાય છે તેના કરતાં તો વાસ્તવમાં તદ્દન જુદા હોવા જોઈએ.

અને તેમનું સ્થાન પણ જુદું હોઈ શકે. અત્યારે આપણે જે નિહાળીએ છીએ તે તો અબજો વર્ષ પહેલાંનું પિક્ચર છે.

આપણી વર્તમાન જાણકારી મુજબ સહૂથી દૂરના ક્વાસાર
બ્રહ્માંડના આરંભનો નિર્દેશ કરે છે. જો તેની પાર કશું જોઈ
શકાતું ન હોય તો સંભવત તેની પહેલાં કશું અસ્તિત્વ
નહિ ધરાવતું હોય.

બુદ્ધિગમ્ય લાગે છે, નહિ ?

પરંતુ કોણ જાણે છે. કદાચ કોઈ એક દિવસે...

ખરેખર, ખગોળશાસ્ત્રની વાર્તાએ આપણને કશું શીખવાડ્યું હોય તો તે..... 'કોઈ સિદ્ધાંત અંતિમ નથી'

૪૦૦ વર્ષ પૂર્વે ગેલીલિયોએ ટેલિસ્કોપનો ઉપયોગ કર્યો ત્યારથી તે સાધન ખગોળશાસ્ત્ર સાથે અભિન્ન રીતે જોડાઈ ગયું છે.



નિરીક્ષણ આધારિત ખગોળશાસ્ત્રમાં પ્રગતિ એટલે ટેલિસ્કોપમાં થતાં સુધારાઓ.

સહુથી પહેલું ટેલિસ્કોપ (ગેલીલિયન ટેલિસ્કોપ) બે લેન્સ ધરાવતું હતું.



ગેલીલિયન ટેલિસ્કોપમાં કેટલીક અંગભૂત સમસ્યાઓ હતી.



પ્રકાશના ગુણધર્મોનાં ન્યૂટનની ઊંડી દ્રષ્ટિએ ન્યૂટનને વસ્તુકાચને બદલે વક્ર અરીસાનો ઉપયોગ કરવા પ્રેર્યો.



વળી, અરીસાની એક જ સપાટી ઘસવી પડે અને તે લેન્સની સરખામણીમાં ઘણો હળવો હતો. પરાવર્તનીય ટેલિસ્કોપ (ન્યુટોનીયન ટેલિસ્કોપ) આજે પણ શીખાઉ ખગોળશાસ્ત્રીઓનું પ્રિય છે.

વધારે સારાં ટેલિસ્કોપની રચના તે માત્ર એક પડકાર હતો. ખગોળશાસ્ત્રીઓને વાતાવરણમાં ધૂળ અને અસ્થિરતાનો પણ સામનો કરવાનો હતો, કે જેને કારણે ટેલિસ્કોપની નિરીક્ષણ ક્ષમતા સીમિત થઈ જતી.



આજે મોટાભાગની વેધશાળાઓ પર્વતોની ટોચ પર એકાંતવાસી સાધનાના સ્થળો જેવા છે.

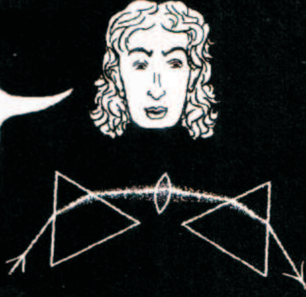
હાલના સમયમાં તો આવકાશમાં સ્થિત ટેલિસ્કોપ વડે બ્રહ્માંડનું એકદમ સ્પષ્ટ ચિત્ર મેળવી શકાય છે.



કેટલાંક ટેલિસ્કોપ પૃથ્વીની પ્રદક્ષિણા કરે છે જ્યારે કેટલાંક સૂર્યમંડળમાં. હબલ અને વોયેજર નામના પ્રખ્યાત અવકાશી ટેલિસ્કોપે આપણને બ્રહ્માંડની સંખ્ય તસવીરો મોકલી છે. માહિતીસભર - સાથે સાથે શ્વાસ થંભાવી દે તેવા સુંદર !

જેમ જેમ ટેલિસ્કોપ બ્રહ્માંડની વધુને વધુ માહિતી આપવામાં આગળ વધ્યાં, તેની સમક્ષ એક બીજી જબરદસ્ત ઘટના બની.

જુઓ ! સૂર્યપ્રકાશ અનેક રંગોનો બનેલો છે. પ્રિઝમ પ્રકાશના કિરણને તેના રંગીન ઘટકોમાં વિભાજીત કરે છે.

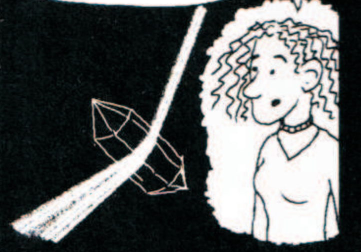


અને જો તમે આ ઘટકોને ફરી એકત્ર કરો, તો તમે જે સફેદ પ્રકાશથી શરૂઆત કરી હતી, તે મળે છે.

૧૬૬૬ ની ન્યૂટનની આ શોધની ઉંડી અસરો પડી.

પ્રાચીન મનુષ્યો જાણતાં હતાં કે સ્ફટિકમાંથી પસાર થતો પ્રકાશ મેઘધનુષ્ય જેવી રચના બનાવે છે. પરંતુ તેઓ એમ માનતાં હતાં કે એ રંગો તો સ્ફટિક આપે છે.

છેવટે તો સ્ફટિક જાદૂઈ જ ને. નહીં ?



પરંતુ ન્યૂટનની સ્પષ્ટતા પછી ધ્યાન સ્ફટિકને બદલે પ્રકાશ પર કેન્દ્રિત થયું.

૧૮મી સદીમાં લોકોએ શોધી કાઢ્યું કે પ્રકાશમાં મેઘધનુષ્યના રંગો કરતાં ઘણું વધારે સમાયેલું છે.

વૈજ્ઞાનિકોએ અંધારા ઓરડામાં પ્રયોગો કર્યા.

કેવું વિચિત્ર ! મેઘધનુષ્યની પછીના અંધારા વિસ્તારમાં પણ ગરમીની અસર દેખાય છે.



અરે, આ તો બિહામણું છે ! મેઘધનુષ્યની તસવીર તેના પોતાના કરતાં ઘણી પહોળી છે.



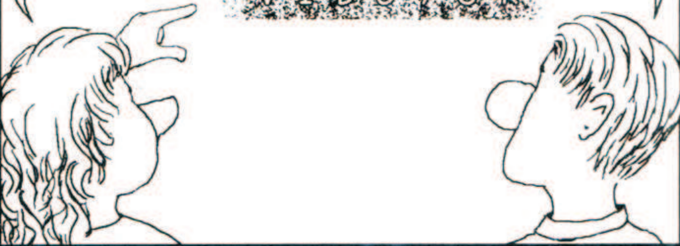
મને ખબર છે આવું શા માટે થાય છે. સૂર્યપ્રકાશમાં કેટલાક એવા રંગો છે, જે નરી આંખે જોઈ નથી શકતા. પ્રિઝમ દશ્ય રંગોને વિભાજીત કરે છે તેવી રીતે આ અદ્રષ્ય રંગોને પણ વિભાજીત કરે છે.



દશ્ય અને અદશ્ય રંગોના સંયુક્ત વિસ્તારને વર્ણપટ કહે છે.

વર્ણપટના જાંબલી રંગની પાછળના આ અદશ્ય વિસ્તારને હું 'પારજાંબલી' (Ultraviolet) નામ આપું છું.

સરસ, આપણે લાલ રંગના આગળના અદશ્ય વિસ્તારને 'અધોરક્ત' (Infrared) કહીશું.



આધુનિક વાદ મુજબ, પ્રકાશ તરંગોનો બનેલો છે. જુદા જુદા રંગોની પ્રકાશની તરંગલંબાઈ જુદી જુદી હોય છે. દશ્યમાન વર્ણપટ (મેઘધનુષ્યના રંગો)માં લાલ રંગની તરંગલંબાઈ સૌથી વધારે અને જાંબલીથી તરંગલંબાઈ સૌથી ઓછી હોય છે. પારજાંબલીની તરંગલંબાઈ તો જાંબલીથી પણ ઓછી હોય છે. અધોરક્તની તરંગ લંબાઈ લાલ રંગ કરતાં વધારે હોય છે.

આજે આપણે જાણીએ છીએ કે બ્રહ્માંડમાં પ્રકાશનો સમગ્ર વર્ણપટ અધોરક્તઅને પારજાંબલીની પાર વિસ્તરેલો છે. દશ્યમાન પ્રકાશ તો તેનો એક નાનો અંશ છે. મેઘધનુષ્યના રંગોની જેમ, અદશ્ય વર્ણપટના ભાગોને પણ નામ અપાયાં છે, ક્ષ-કિરણો, ગામા કિરણો, સૂક્ષ્મતરંગો, રેડિયો તરંગો વગેરે...

ઈ.સ. ૧૮૩૫ માં ઓગસ્ટ કોમ્ટે નાકના ફ્રેંચ તત્ત્વજ્ઞાનીએ કહ્યું હતું.....



બહુ જલ્દી તે ખોટો પૂરવાર થવાનો હતો.

૧૯મી સદીમાં, શ્રેણીબદ્ધ શોધોએ વર્ણપટના અભ્યાસને ખગોળશાસ્ત્રના હૃદયમાં વસાવી દીધું.







જુદા જુદા સ્ત્રોતોમાંથી ઉત્સર્જિત થતા પ્રકાશ વિષે સંશોધન કરવામાં આવ્યું.

ખૂબ ઉત્તેજના અનુભવતાં અનુભવતાં વૈજ્ઞાનિકોએ શોધ્યું કે જુદા જુદા પદાર્થોને ગરમ કરવામાં આવે છે ત્યારે જુદા જુદા વર્ણપટ મળે છે. લાંબા અભ્યાસ બાદ તો તેઓ ફક્ત વર્ણપટ જોઈને જ પ્રકાશ ઉત્સર્જતા પદાર્થો ઓળખી શકતા.



ખગોળશાસ્ત્રીઓ આ નવી ક્ષમતાથી રોમાંચિત થઈ ગયા.



આ ઉત્તેજના તરતજ એક ઊંડી શ્રદ્ધામાં ફેરવાઈ ગઈ.



હિલિયમ (હવામાં તરતાં બલૂનમાં વપરાતો વાયુ) તત્ત્વ સહુ પ્રથમ સૂર્ય વર્ણપટ દ્વારા ઓળખી કઢાયું. પછીથી તેને પ્રયોગશાળામાં છૂટો પાડી શકાયો.

ગ્રહો, તારાઓ, નિહારિકાઓ, આકાશગંગા ઈ. ના વર્ણપટોનું વિસ્તૃત રીતે પૃથ્થકરણ કરવામાં આવ્યું. તેના કારણે તારાઓ અને નિહારિકાઓ શાનાં બનેલા છે અને તે પદાર્થ કઈ રીતે જ્વલન પામી પ્રકાશ ઉત્પન્ન કરે છે તે તરફની થીયરીઓ તરફ આપણે દોરાયા.

વર્ણપટના વિજ્ઞાનને કારણે બ્રહ્માંડની ભૌમિતિક રચનાના અભ્યાસ પરથી દૂર હટીને ત્યાં બનતી ભૌતિક ઘટનાઓ પર કેન્દ્રિત થયું.

ન્યૂટને આકાશી પિંડો અવકાશમાં કઈ રીતે ગતિ કરે છે અને પરસ્પર કઈ રીતે પ્રક્રિયા કરે છે તેનું ભૌતિકવિજ્ઞાન આપ્યું. વર્ણપટ વિજ્ઞાને પ્રત્યેક અવકાશી પિંડમાં બનતી પ્રક્રિયાઓનો અભ્યાસ શક્ય બનાવ્યો.

આજે ખગોળશાસ્ત્ર ભૌતિક વિજ્ઞાનની એક શાખા ગણાય છે.

આધુનિક ટેલિસ્કોપ આપણી પ્રકાશ વિશેની ઊંડાણભરી સમજણ પર આધાર રાખે છે.

એક વિશાળ શ્રેણીમાં અવકાશમાંથી વિદ્યુત ચુંબકીય વિકિરણો આવે છે. દશ્યપ્રકાશ તો તેનો એક ખૂબ નાનો અંશ માત્ર છે.

પણ વિકિરણના આ અદશ્ય ભાગનું મહત્વ શું ?

આહ ! ભલે તે માનવઆંખ માટે અદશ્ય છે, પરંતુ તેને શોધી શકાય છે. તમે તમારાં હાડકાંનો ફોટો ક્ષ-કિરણોના ઉપયોગથી નથી મેળવ્યો ?

અદશ્ય પ્રકાશની કચકડાંની પટ્ટી પર તસવીર લઈ શકાય છે. આધુનિક વીજાણું વિજ્ઞાને આપણને કૃત્રિમ આંખનો કૃત્રિમ પડદો (દગપટલ) આપ્યો છે જે માનવઆંખ કરતાં ઘણું વધારે જોઈ શકે છે.

ઉદાહરણ તરીકે, ડિજીટલ કેમેરામાં વીજાણું દગપટલનો ઉપયોગ થાય છે વીજાણું દગપટલ અદશ્ય પ્રકાશને પણ પકડી શકે છે.



ટી.વી. રીમોટને ડિજીટલ કેમેરા તરફ રાખો. પ્રદર્શન - સ્ક્રીન (display panel) પર શું દેખાય છે ?

મોટાભાગના આધુનિક ટેલિસ્કોપ અદશ્ય પ્રકાશને પકડી શકે છે. અદશ્ય પ્રકારના વર્ણપટના જે ભાગ પ્રત્યે સંવેદનશીલ હોય તે મુજબ તેમના નામ અપાય છે. ઈન્ફ્રારેડ -ટેલિસ્કોપ, એક્સ-રે ટેલિસ્કોપ, રેડિયો-ટેલિસ્કોપ વગેરે....

તમને ખાત્રી છે કે આ ટેલિસ્કોપ છે ? તે ટી.વી. ના ડિશ-એન્ટેના જેવું વધારે દેખાય છે.

હકીકતમાં એવું લાગે છે. પરંતુ જો તમે પેલું નાનકડું બોક્સ ખોલો તો તમને એક વિશાળ દગકાચ અને વીજાણું દગપટલ જોવા મળશે. ડિશ પોતે જ વસ્તુકાચનું કામ કરે છે.

દશ્ય પ્રકાશ ટેલિસ્કોપ જે રીતે પહાડોની ટોચ પર સરસ કામગીરી કરે છે તે રીતે રેડિયો ટેલિસ્કોપ ઊંડી ખીણોમાં શ્રેષ્ઠ કામ કરે છે. આજુબાજુના પહાડો કૃત્રિમ સ્રોતમાંથી આવતા અનિચ્છનીય વિકિરણોને અટકાવે છે.

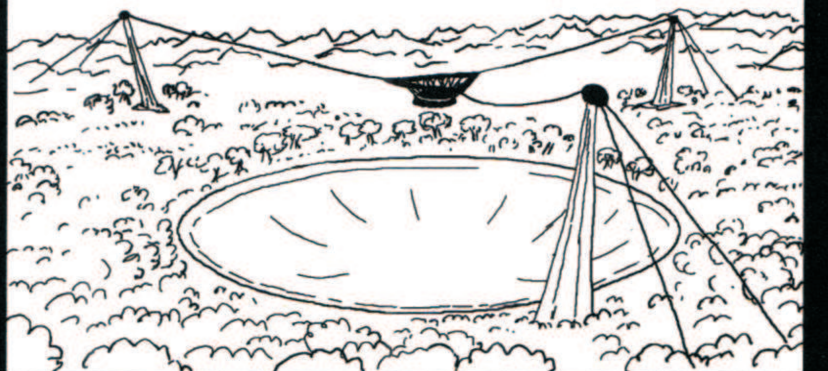


રેડિયો ટેલિસ્કોપનાં જૂથ અને હારમાળા પણ ઘણીવાર હોય છે જે સંયુક્ત રીતે આકાશને પ્રતિબિંબિત કરે છે.

ટેલિસ્કોપની હારમાળા શા માટે ? એવું શું છે જે એક ટેલિસ્કોપથી ન બતાવી શકે પણ ૧૦ ટેલિસ્કોપ બતાવી શકે ?

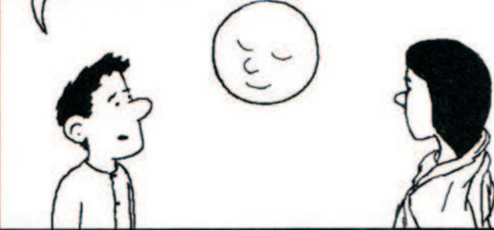
રેડિયો ટેલિસ્કોપ બાબતે એક વત્તા એક બે થાય છે. તેઓ જેટલાં વધારે વિકિરણો ઝીલી શકે તેટલું વધારે સારું.

અત્યારે સહુથી વિશાળ એક - ડિશવાળું ટેલિસ્કોપ પ્યુઅર્ટો રિકોના અરેસીબોમાં સ્થિત છે. તે ડિશ ૩૦૫ મીટર પહોળું સિમેન્ટનું તાંસળું છે, અને દગકાચ કેબલ વડે લટકાવેલો છે.



આપણે માનીએ છીએ કે આપણે આપણા બ્રહ્માંડના સહુથી પ્રાચીન અને સહુથી દૂરના પદાર્થો જોયા છે. ધારી લઈએ કે, આપણી માન્યતા સાચી છે, તો પછી હવે કંઈ શોધવાનું બાકી રહે છે ?

શરત માર તું...જરૂર છે જ. હજુ તો આપણા સહુથી નજીકના પડોશીની પણ ખૂબ જ ઓછી તપાસ થઈ છે.



ખરેખર, હજુ તો અનંત વસ્તુઓ શોધવા-તપાસવાની છે. પ્રવર્તમાન અવકાશ કાર્યક્રમની કાર્યસૂચિ મોટી છે.

સહુ પ્રથમ અને મુખ્ય કાર્ય આપણી જિજ્ઞાસાને સંતોષવાનું છે. બહાર આ બધું શું છે તે જાણવાનું.

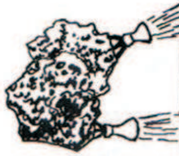
વધારામાં, આપણા કેટલાંક પ્રાયોગિક ઉદ્દેશો પણ છે.



એક મુખ્ય કાર્ય પૃથ્વી પરના જીવનને લુપ્ત થતું અટકાવવા તેનું રક્ષણ કરવું.

ક્યારેક કોઈ વિશાળકાય ઉલ્કા પૃથ્વીને અફળાય તેવી શક્યતા ઘણી ઓછી છે. આવું બને તો આપણા ગ્રહ પરથી જીવનનો સદંતર નાશ થઈ જાય.

આવી ઘટનાને અગાઉથી જાણી લેવા અને આવી ઉલ્કાનો માર્ગ બદલવા આપણે સમર્થ બનવું પડે

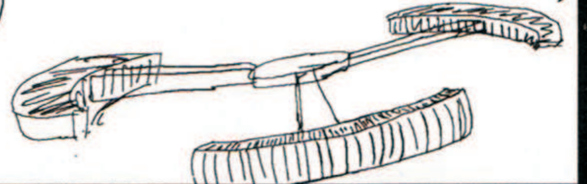


આપણે આપણા ગ્રહને જીવી ન શકાય તેવો કરી મૂકીએ તેવી શક્યતાઓ દેખાય રહી છે. કેટલાંક વિચારે છે કે માનવ જાતને બચાવવાનો એક માત્ર રસ્તો અવકાશમાં વસાહત બનાવવાનો છે.



એ સહેલું ન હતું પણ કરવા યોગ્ય તો હતું.

સમયસરનું પણ



માત્ર પૃથ્વી પરજ જીવન છે તેવો ખ્યાલ વધારે પડતો સરળ અને અહંકારી છે. પરંતુ પરગ્રહી જીવનનો ભેટો કરવા આપણે ખૂબ દૂર સુધી યાત્રા કરવી પડે.

.... અમે સંપર્ક કર્યો છે.... પુનઃ... અમે સંપર્ક કર્યો છે... ઓવર.



....zgrooftah# ....moree... zgrooftah finnn!....



દૂ...ર સુધીની અવકાશયાત્રા, બીજા સજીવોનો મેળાપ અને બ્રહ્માંડ વિશે વધુ માહિતીથી આપણી ક્ષિતિજ વિસ્તરશે. તે કદાચ આપણને પૂર્વગ્રહો, સંકુચિતતા અને તૃષ્ણા પર વિજય મેળવવામાં સહાયક થશે અને આપણને 'એક પૃથ્વી - એક સમુદાય' તરીકે સ્વીકારતા પણ.

રીગો, તમે સાચા છો. ઝુરકાની બહાર પણ જીવન છે.

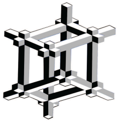
અમે પૃથ્વીવાસીઓ છીએ તમને મળીને આનંદ થયો.



તેઓ મૈત્રીપૂર્ણ લાગે છે, અત્યંત વિચિત્ર દેખાવ છતાં પણ...

12+

● શું બધા તારાઓ એક જ પેટર્નમાં ગતિ કરે છે ?
● અને ગ્રહોનું શું ? તેઓ પણ કેમ ભટકી રહ્યા છે ?
● જો પૃથ્વી દડા જેવી ગોળ છે, તો એ આવી સપાટ કેમ દેખાય છે ?
● શું સૂર્ય જેમ પ્રકાશ ઉત્સર્જિત કરે છે તેવી જ રીતે ગુરૂત્વાકર્ષણ પણ કરે છે ?
● આ અવકાશીવક્ર શું છે ? અને ખગોળીય અંતર માપવામાં કઈ રીતે મદદરૂપ થાય છે ?
● હા, ખગોળ શાસ્ત્રનું વિષયવસ્તુ ખગોળ જેટલું જ વિશાળ છે. આ વિષેનું આપણું જ્ઞાન કંઈ રાતોરાત તો આવું નથી. કેટલાંય હજારો વર્ષોમાં તેનો ઉદ્ભવ થયો છે. ખગોળશાસ્ત્રનો ઈતિહાસ મનુષ્યના પૂરા ઈતિહાસકાળને આવરી લે છે. તેના ઈતિહાસ, વિજ્ઞાનના ઈતિહાસ જેટલો જ જટિલ પણ રસપ્રદ છે તેમાં કંઈ નવાઈ નથી.
● આ ચિત્ર ખગોળશાસ્ત્રના વિજ્ઞાન વિષેનું નથી. એ તો તેમાંના વિકાસને વાર્તાના સ્વરૂપમાં રજૂ કરવાનો એક પ્રયત્ન છે.



આર્ચ પ્રકાશન



મૂળ પ્રકાશક: એકલવ્ય